

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Испытания навигационных систем
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 24.03.02 Системы управления движением и навигация
(код и наименование направления)

Направленность: Системы управления движением и навигация (общий
профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины – обеспечить овладение студентами теоретическими знаниями о принципах построения навигационных систем, систем управления движением летательных аппаратов и их элементах и практическими навыками по их исследованиям и испытаниям, подготовить специалистов, понимающих возможности разных типов датчиков системы управления и навигации (гироскопов и акселерометров), особенности их применения и умеющих самостоятельно выбрать необходимый для решаемой задачи тип системы и датчиков.

Основные задачи дисциплины:

- Знакомство пакетами прикладных программ для проведения испытаний навигационных систем, систем ориентации и управления;
- Изучение математического аппарата и структуры навигационных систем;
- Формирования умения работы с моделями ошибок инерциальных датчиков;
- Изучение алгоритмов компенсации систематических ошибок датчиков в составе систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Пакет компьютерного моделирования Matlab Simulink;

Навигационные системы;

Инерциальные датчики и их систематические погрешности.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает основные принципы построения и классификация систем управления. Знает принципы работы и основные свойства гироскопических приборов систем ориентации: свободного гироскопа, дифференцирующего гироскопа, интегрирующего гироскопа. Знает принцип действия лазерного гироскопа.	Знает основные эксплуатационные характеристики навигационных систем и методы их измерения, условия эксплуатации проектируемых составных частей приборов, назначение и параметры оборудования для проведения испытаний, программные средства, применяемые для выполнения анализа результатов испытаний, методы обработки результатов испытаний	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	<p>Способен обосновать перспективность лазерных систем навигации и управления вследствие широкого спроса на них на мировом рынке и дорогостоящих контрактов на их закупки.</p> <p>Способен сформулировать принципы работы и основные свойства гироскопических приборов систем ориентации: свободного гироскопа, дифференцирующего гироскопа, интегрирующего гироскопа.</p> <p>Способен провести оценку параметров движения гироскопа, вращающегося около неподвижной точки.</p> <p>Способен провести расчет параметров интерферометра Саньяка для измерения угловой скорости вращения Земли.</p>	<p>Умеет разрабатывать программы и методики проведения испытаний приборов ориентации, навигации и стабилизации, применять современные программные средства для анализа результатов испытаний</p>	Собеседование
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	<p>Владеет общими сведениями о современных системах навигации и управления. Владеет информацией по рынку лазерных систем навигации и управления.</p>	<p>Владеет навыками анализа результатов испытаний, в том числе отклонений от проектно-конструкторской документации, технических требований, владеет навыками разработки рекомендаций по их устранению</p>	Дифференцированный зачет
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы управления движением центра масс летательного аппарата; - принципы построения систем стабилизации, автоматизированных систем управления полётом, систем автономной навигации; 	<p>Знает методы математического, натурального, полунатурного, имитационного моделирования систем навигации и управления</p>	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		- методы решения навигационной задачи.		
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Студент способен сформулировать принципы управления движением центра масс летательного аппарата; принципы построения систем стабилизации автоматизированных систем управления полётом, систем автономной навигации; методы решения навигационной задачи; Может определить передаточную функцию системы стабилизации летательного аппарата относительно центра масс. Может провести расчет устойчивости систем управления и стабилизации.	Умеет выбирать и применять методы моделирования для исследования систем навигации и управления	Дифференцированный зачет
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет опытом разработки навигационных систем	Владеет навыками планирования и проведения натуральных и вычислительных экспериментов с использованием современных измерительных и программных средств	Дифференцированный зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	84	84	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	40	40	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	40	40	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	96	96	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
Общие сведения об этапах испытаний в различных сферах деятельности	8	0	2	16
Тема 1. Развитие технических средств обработки и передачи данных, механизации и автоматизации испытаний. Тема 2. Организация испытаний как фактор интенсификации и ее состояние на предприятии.				
Теоретические основы организации испытаний	10	0	12	26
Тема 3. Функции и задачи организации испытаний. Тема 4. Организация испытаний как фактор интенсификации и ее состояние на предприятии.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Некоторые категории и закономерности организации испытаний	12	0	12	26
Тема 5. Ведущее звено и узкое место производственной системы. Некоторые закономерности организации испытаний. Тема 6. Методика оценки и анализа уровня организации испытаний. Анализ существующих методик оценки уровня организации испытаний. Тема 7. Методологические основы оценки уровня организации испытаний. Расчет уровня организации производства в прокатных цехах.				
Методика калибровки навигационной системы	10	0	14	28
Тема 8. Методика динамической калибровки БИНС. Тема 9. Методика статической калибровки БИНС.				
ИТОГО по 8-му семестру	40	0	40	96
ИТОГО по дисциплине	40	0	40	96

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Моделирование организации производства как фактор интенсификации и ее состояние на предприятии.
2	Вывод формул для определения оценок составляющей дрейфа.
3	Расчет уровня организации производства в прокатных цехах.
4	Полунатурное моделирование калибровки ДУС.
5	Генерирование измерительных кодов ДУС.
6	Вывод выражения для динамической и статической методик калибровки БИНС.
7	Блок-схема программы для обработки результатов калибровки.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся 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.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся 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. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Белоглазов И. Н., Казарин С. Н., Косьянчук В. В. Обработка информации в иконических системах навигации, наведения и дистанционного зондирования местности. Москва : Физматлит, 2012. 367 с. 23 усл. печ. л.	1
2	Горенштейн И. А., Шульман И. А. Инерциальные навигационные системы. Москва : Машиностроение, 1970. 231 с.	7
3	Ориентация и навигация подвижных объектов : современные информационные технологии / Алешин Б. С., Афонин А. А., Веремеенко К. К., Кошелев Б. В., Плеханов В. Е., Тихонов В. А., Тювин А. В., Федосеев Е. П., Черноморский А. И. М. : Физматлит, 2006. 422 с.	2

4	Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов / Веремеенко К.К., Желтов С. Ю., Ким Н. В., Козорез Д. А. Москва : Физматлит, 2009. 553 с.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Белоглазов И. Н., Казарин С. Н., Косьянчук В. В. Обработка информации в иконических системах навигации, наведения и дистанционного зондирования местности. Москва : Физматлит, 2012. 367 с. 23 усл. печ. л.	1
2	Волоконно-оптические датчики : вводный курс для инженеров и научных работников пер. с англ. / Удд Э., Спиллман, мл. У.Б., Джонсон Л., Митчелл Г.Л. Москва : Техносфера, 2008. 518 с.	3
3	Калёнова В. И., Морозов В. М. Линейные нестационарные системы и их приложения к задачам механики. Москва : Физматлит, 2010. 206 с. 13,0 усл. печ. л.	1
4	Кучерявый А. А. Авионика : учебное пособие. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. 460 с., 4 л. ил. 28,25 усл. печ. л.	2
5	Морская радиоэлектроника : краткий справочник / Соловьев И. В., Корольков Г. Н., Бараненко А. А., Баранов М. Н. Санкт-Петербург : Политехника, 2003. 245 с.	2
6	Распопов В.Я. Микромеханические приборы : учебное пособие для вузов. Москва : Машиностроение, 2007. 399 с.	3
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / В.В Матвеев, В.Я Распопов / Под общ. ред. д.т.н. В. Я. Распопова. СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. - 280 с.	https://bookree.org/reader?file=1503530&pg=3	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Среды разработки, тестирования и отладки	Язык R

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	IBM ПК Совместимые компьютеры	15
Практическое занятие	IBM ПК Совместимые компьютеры	15

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Испытания навигационных систем»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	24.03.02 «Системы управления движением и навигация»
Направленность (профиль) Образовательной программы:	Программное и математическое обеспечение систем навигации и управления
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Прикладная математика
Форма обучения:	Очная

Курс: 4 **Семестр:** 8

Трудоёмкость:
Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Виды промежуточного контроля:
Дифференцируемый зачет: 8 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В первой модуле предусмотрены лекционные занятия, в каждом модуле предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, практических занятий и дифференциального зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Виды контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	С	ТО		Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
3.1. Основные принципы построения и классификация систем управления		ТО		С1		ТВ
3.2. Принципы управления движением центра масс летательного аппарата, принципы построения систем стабилизации, автоматизированных систем управления полётом, систем автономной навигации, методы		ТО		С2		ТВ

решения навигационной задачи						
Освоенные умения						
У.1. Сформулировать принципы работы и основные свойства систем ориентации		ТО		Т1		ПЗ
У.2. Сформулировать принципы управления движением центра масс летательного аппарата, принципы построения систем стабилизации автоматизированных систем управления полётом, систем автономной навигации, методы решения навигационной задачи		ТО		Т2		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1. Общими сведениями о современных системах навигации и управления		ТО				ПЗ
В.2. Опыт разработкой навигационных систем		ТО				ПЗ

С – собеседование по теме, ТО – теоретический опрос; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа), ТВ – теоретический вопрос, ПЗ – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцируемого зачета, проводимого с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ

(индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого

контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей

успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого

направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

Согласно РПД запланировано 2 собеседования и 2 тестирования после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первое С по разделу 1 «**Общие сведения об этапах испытаний в различных сферах деятельности**», второе С – по разделу 2 «**Теоретические основы организации испытаний**», первое Т – по разделу 3 «**Некоторые категории и закономерности организации испытаний.**», второе Т – по разделу 4 «**Методика калибровки навигационной системы**»

Типовые вопросы первого С:

1. Приведение системы уравнений к машинному виду.
2. Автоматизированные системы управления полётом.

Типовые вопросы второго С:

1. Принципы построения системы, математическое обеспечение, основные подсистемы.
2. Система автономной навигации. Методы решения навигационной задачи.

Типовые задания первого Т:

1. Система стабилизации движения центра масс в нормальном и боковом направлении.
2. Система стабилизации продольного движения.

Типовые задания второго Т:

1. Полунаатурное моделирование калибровки ДУС.

2. Вывод выражения для динамической и статической методик калибровки БИНС.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежного тестирования приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех тестирований и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации с проведением дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцируемого зачета. Дифференцируемый зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих рубежных тестирований студента по данной дисциплине. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде дифференциального зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.1.1. Типовые вопросы и задания для дифференциального зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Разомкнутые системы и системы с обратной связью.
2. Фактор интенсификации.
3. Оптико-электронные приборы ориентации и навигации.

Типовые практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Расчет передаточной функции и частотных характеристик акселерометров.
2. Расчет устойчивости систем управления и стабилизации
3. Расчет точностных характеристик и масштабных коэффициентов

2.4.1.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференциальном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций

проводится по 5-балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче дифференцируемого зачета для компонентов знать, уметь и владеть приведены в общей части ФОС образовательной программы.