

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

« 02 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Навигационные системы и комплексы
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 288 (8)
(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 и комплексов, систем управления движением летательных аппаратов и их элементах и практическими навыками по их исследованиям и испытаниям, подготовить бакалавров, 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.

Задачи дисциплины:

- Изучение современных навигационных комплексов на базе платформенных и бесплатформенных навигационных систем, функциональных схем комплексов, методов построения их бортовых алгоритмов.
- Формирование умения строить математические модели датчиков и систем комплексов, формирование навыков проведения испытаний навигационных комплексов авиационных, морских, космических, наземных и других подвижных объектов.
- Ознакомление с техническими средствами навигационных комплексов.
- Изучение навигационных комплексов авиационных, морских, космических, наземных и других подвижных объектов.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- навигационные комплексы авиационных, ракетных, морских, и наземных подвижных объектов;
- бортовые алгоритмы навигационных комплексов.

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает: принципы управления движением центра масс летательного аппарата, принципы построения систем стабилизации, автоматизированных систем управления полётом, систем автономной навигации, методы решения навигационной задачи.	Знает математические алгоритмы работы инерциальных навигационных систем и источники ошибок в них	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет: - определять типы шумовых воздействий, влияющих на выходной сигнал датчика; - определять ошибки в ИНС и методы их аппроксимации.	Умеет осуществлять анализ ошибок навигационного алгоритма	Зачет
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет: - методами оценки погрешностей инерциальных измерителей и навигационных систем по экспериментальным данным испытаний.	Владеет навыками разработки и отладки программных модулей, реализующих математические алгоритмы обработки информации в навигационных системах, а также их компьютерных моделей	Экзамен
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знает: - основные принципы построения и классификация систем управления; - принципы работы и основные свойства гироскопических приборов систем ориентации: свободного гироскопа, дифференцирующего гироскопа, интегрирующего гироскопа; - принципы работы и основные типы инерциальных измерителей линейных ускорений, маятникового акселерометра компенсационного типа.	Знает устройство и принципы работы инерциальных навигационных систем и их узлов, основные определяющие соотношения механики, оптики, теории электрических цепей, современную компонентную базу аналоговой и цифровой электроники и ее характеристики	Экзамен
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умеет: - сформулировать принципы работы и основные свойства гироскопических приборов систем ориентации: свободного гироскопа, дифференцирующего гироскопа, интегрирующего гироскопа;	Умеет выбирать компонентную базу и рассчитывать параметры узлов навигационных систем, обеспечивающих выполнение технических требований	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<ul style="list-style-type: none"> - провести оценку параметров движения гироскопа, вращающегося около неподвижной точки. - провести расчет параметров интерферометра Саньяка для измерения угловой скорости вращения Земли. 		
ПК-1.3	ИД-ЗПК-1.3	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации по автоматизированному проектированию; - навыками работы с компьютером как средством управления информацией, полученной в процессе исследований и испытаний навигационных комплексов подвижных объектов. 	<p>Владеет навыками разработки конструкции систем и их узлов с использованием современных систем автоматизированного проектирования, способен разрабатывать функциональные и принципиальные схемы навигационных приборов и комплексов</p>	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	102	26	76
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	48	12	36
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	48	12	36
- контроль самостоятельной работы (КСР)	6	2	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	150	46	104
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36		36
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18		18
Общая трудоемкость дисциплины	288	72	216

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
6-й семестр				
Введение в дисциплину	12	0	12	46
Тема 1. Этапы развития навигационных систем и комплексов. Функциональные задачи навигации. Тема 2. Бортовой пилотажно-навигационный комплекс. Методы, средства навигации. Тема 3. Типовые статические и динамические характеристики Тема 4. Канал измерения высоты. Барометрический высотомер (принцип действия, статическая и динамическая характеристики, погрешности)				
ИТОГО по 6-му семестру	12	0	12	46
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Каналы измерений	36	0	36	104
Тема 5. Канал измерения высоты. Радиовысотомер (принцип действия, погрешности) Тема 6. Канал измерения скорости. Указатель индикаторной скорости (принцип действия, статическая и динамическая характеристики, погрешности) Тема 7. Канал измерения скорости. Указатель истинной воздушной скорости (принцип действия, статическая и динамическая характеристики, погрешности) Тема 8. Канал измерения скорости. Указатель вертикальной скорости (принцип действия, статическая и динамическая характеристики, погрешности) Тема 9. Канал измерения температуры. Термоэлектрический термометр (принцип действия, статическая и динамическая характеристики, погрешности) Тема 10. Архитектура спутниковых навигационных систем				
ИТОГО по 7-му семестру	36	0	36	104
ИТОГО по дисциплине	48	0	48	150

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Свободный гироскоп и его основные свойства
2	Интегрирующий гироскоп
3	Трёхосная гиростабилизированная платформа
4	Инерциальные измерители линейных ускорений и скоростей
5	Акселерометры с линейным перемещением инерциальной массы
6	Инструментальные погрешности гироскопов. Динамические характеристики
7	Основные принципы построения и элементы систем управления движением летательных аппаратов
8	Системы ориентации и стабилизации. Пассивные способы стабилизации. Активные способы стабилизации
9	Оптико-электронные приборы ориентации и навигации
10	Решение системы дифференциальных уравнений методом понижения порядка

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Расчет статической и динамической характеристики барометрического высотомера
2	Расчет статической и динамической характеристики указателя индикаторной скорости
3	Расчет статической и динамической характеристики указателя индикаторной скорости
4	Расчет статической и динамической характеристики указателя истинной воздушной скорости
5	Расчет статической и динамической характеристики указателя вертикальной скорости
6	Расчет статической и динамической характеристики термоэлектрического термометра
7	Алгоритм получения типовых статических и динамических характеристик

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	Авиационные системы радиопреимущества. Радиоэлектронные системы самонавещения / Меркулов В. И., Дрогалин В. В., Канащенко А. И., Богачев А. С. Москва : Радиотехника, 2003. 390 с.	3
2	Каганов В.И. Радиотехника : учебное пособие для среднего профессионального образования. М. : Академия, 2006. 343 с.	3
3	Торшина И. П. Компьютерное моделирование оптико-электронных систем первичной обработки информации. Москва : Логос, 2009. 245 с.	2
4	Шустов И. Г., Остапенко Ю. А. Авиация : энциклопедический словарь. 3-е изд., испр. и доп. Москва : ИЦ Авиалогистика, 2016. 888 с.	1
5	Щепетов А. Г. Основы проектирования приборов и систем : учебник для вузов. Москва : Академия, 2011. 367 с. 23,0 усл. печ. л.	2
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Никитин Н. Н. Курс теоретической механики : учебник. 8-е изд., стер. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2011. 719 с. 45,00 усл. печ. л.	30
2	Теоретическая механика : учебник для вузов / Учаев П. Н., Емельянов С. Г., Учаева К. П., Алтухов А. Ю. Старый Оскол : ТНТ, 2017. 351 с. 40,92 усл. печ. л.	2
2.2. Периодические издания		
1	Авиационная промышленность : научно-технический журнал. Москва : НИАТ, 1932 - .	
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	Проектирование приборов, систем и измерительно-вычислительных комплексов : конспект лекций для студентов специальности 20010365 / сост. В. Н. Шивринский. – Ульяновск : УлГТУ, 2009. – 116 с.	https://www.studmed.ru/shivrin-skiy-vn-pod-redak-proektirovanie-priborov-sistem-i-izmeritelno-vychislitelnyh-kompleksov_c32ac9c3d2f.html	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Навигационные системы летательных аппаратов : конспект лекций / В. Н. Шивринский. – Ульяновск : УлГТУ, 2012. – 148 с.	http://window.edu.ru/resource/257/77257/files/ulstu2012-83.pdf	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

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
Курсовая работа	IBM PC Совместимые компьютеры	15
Лекция	Рабочее место преподавателя	1
Лекция	Рабочие места для студентов	30
Практическое занятие	IBM PC Совместимые компьютеры	16

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»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Навигационные системы и комплексы»

основной образовательной программы высшего образования – программы
академической бакалавриата

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

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: 3, 4		Семестр: 6, 7
Трудоёмкость:		
Кредитов по рабочему учебному плану:		8 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:		180 ч.
Виды промежуточного контроля:		
Экзамен: 7	Зачет: 6	Курсовая работа: 7

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

В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине. Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, практических занятий, зачета, курсовой работы и экзамена (зачетного занятия).

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета и экзамена (зачетного занятия), 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 бланочного 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, освоенных умений и приобретенных владений проводится в форме рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу.

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации с проведением дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и зачета, основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине. Аттестационный контроль содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций. Задание формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задачи, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

2.4.1.1. Типовые вопросы и задания для аттестации по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. История развития навигационных систем и комплексов.
2. Функциональные задачи навигации.
3. Структура и состав навигационных комплексов.

4. Классификация навигационных комплексов и принципы комплексирования.
5. Общая характеристика бортовых навигационных комплексов.
6. Бортовой пилотажно-навигационный комплекс. Методы, средства навигации.
7. Средства измерения высоты. Барометрический высотомер.
8. Средства измерения высоты. Радиовысотомер, принцип действия, погрешности.
9. Средства измерения скорости. Указатель индикаторной скорости (принцип действия, статическая и динамическая характеристики, погрешности).
10. Средства измерения скорости. Указатель истинной воздушной скорости (принцип действия, статическая и динамическая характеристики, погрешности).
11. Средства измерения скорости. Указатель вертикальной скорости (принцип действия, статическая и динамическая характеристики, погрешности).
12. Средства измерения температуры. Термоэлектрический термометр (принцип действия, статическая и динамическая характеристики, погрешности).
13. Комплекс счисления пути по показаниям инерциальной навигационной системы и одометра, доплеровский комплекс счисления пути.
14. Гидроакустические средства навигации.
15. Астроинерциальные и инерциальные навигационные системы.
16. Архитектура спутниковых навигационных систем.
17. Спутниковые навигационные системы и радиотехнические средства навигации.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений приобретенных владений:

1. Построить структурную схему авиационного навигационного комплекса в соответствии с заданными функциональными задачами.
2. Построить структурную схему морского навигационного комплекса в соответствии с заданными функциональными задачами.
3. Построить структурную схему навигационного комплекса для наземного объекта в соответствии с заданными функциональными задачами.
4. Выполнение расчета типовых статических и динамических характеристик измерительного прибора

2.4.1.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене (дифференцированном зачете)

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных компетенций проводится по 5-балльной шкале оценивания.