

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



А. В. Голлой

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** ДВ.1.05.03 Бесплатформенные навигационные системы: проектное обучение

**для специальности** 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

**уровень специалист тип программы** Специалитет

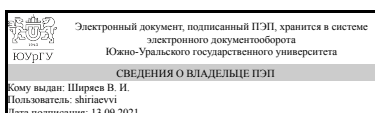
**специализация** Системы управления движением летательных аппаратов

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Системы автоматического управления

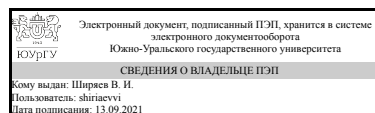
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1032

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



В. И. Ширяев

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



В. И. Ширяев

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: изучение теоретических основ и принципов построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. Задачи: - анализ параметров ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; - анализ влияния погрешностей чувствительных элементов на ошибки определения параметров движения летательного аппарата. - комплексирование систем навигации.

## Краткое содержание дисциплины

Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. Инерциальные чувствительные элементы. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) с акселерометрами и датчиками угловой скорости. Модель ошибок БИНС. Принципы построения комплексных систем навигации.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	Знать: теоретические основы и принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.
	Уметь: анализировать параметры ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; влияние погрешностей чувствительных элементов на ошибки определения параметров движения летательного аппарата; определять требования к параметрам чувствительных элементов
	Владеть: методикой уменьшения погрешностей определения параметров движения летательного аппарата..
ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования	Знать: теоретические основы и принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.
	Уметь: анализировать параметры ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; влияние погрешностей чувствительных элементов на ошибки определения параметров движения летательного аппарата; определять требования к параметрам чувствительных элементов.
	Владеть: методикой уменьшения погрешностей определения параметров движения летательного аппарата..
ПК-9 способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты управляющих, навигационных и электроэнергетических комплексов летательных аппаратов с использованием математического моделирования и средств автоматизации проектирования	Знать: теоретические основы и принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.
	Уметь: анализировать параметры ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; влияние погрешностей чувствительных элементов на ошибки

	определения параметров движения летательного аппарата; определять требования к параметрам чувствительных элементов
	Владеть: методикой уменьшения погрешностей определения параметров движения летательного аппарата..

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.03 Теория гироскопических приборов	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
В.1.03 Теория гироскопических приборов	Знать: теорию трехстепенного и двухстепенного гироскопов, принципы работы гироскопических приборов. Уметь: составлять уравнения движения гироскопических приборов; анализировать динамические, методические и инструментальные погрешности; выполнять теоретические и лабораторные исследования динамики трехстепенного гироскопа и анализ полученных результатов. Владеть: методикой составления уравнений движений приборов; навыками использования специального программного обеспечения.

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Контактная работа:</i>	48	48
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60
Курсовой проект	32	32
Подготовка к зачету	4	4
Изучение материала и подготовка отчета по проектному обучению	24	24
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет, КП

### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
1	Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.	4
2	Инерциальные чувствительные элементы.	2
3	Бесплатформенные инерциальные навигационные системы с акселерометрами и датчиками угловой скорости	20
4	Модель ошибок БИНС.	10
5	Принципы построения комплексных систем навигации	12

### 5.1. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Курсовой проект	ЭУМД №4	32
Подготовка к зачету	ЭУМД №1-5	4
Изучение материала и подготовка отчета по проектному обучению	ЭУМД №1-5	24

### 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Мультимедийный учебный процесс	Презентация материалов отечественных и иностранных производителей бесплатформенных инерциальных навигационных систем	4

### Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

### 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	курсовой проект
ПК-9 способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты управляющих, навигационных и электроэнергетических комплексов летательных аппаратов с использованием математического моделирования и средств	курсовой проект

автоматизации проектирования		
ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования		курсовой проект
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости		зачет
ПК-9 способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты управляющих, навигационных и электроэнергетических комплексов летательных аппаратов с использованием математического моделирования и средств автоматизации проектирования		зачет
ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования		зачет
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости		текущий контроль
ПК-9 способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты управляющих, навигационных и электроэнергетических комплексов летательных аппаратов с использованием математического моделирования и средств автоматизации проектирования		текущий контроль
ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования		текущий контроль

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
курсовой проект	Задание на курсовое проектирование в рамках проектного обучения выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает пояснительную записку на проверку. Руководитель проекта проверяет пояснительную записку и допускает студента к защите. На защиту студент предоставляет: 1. Развернутое техническое задание. 2. Пояснительную записку на 20-25 страницах в отпечатанном виде, содержащую описание разработки и соответствующие иллюстрации. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы. Руководитель проекта на основе представленной работы и полученных ответов выставляет оценку. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Показатели оценивания: – Соответствие техническому заданию: 2 балла – полное соответствие техническому заданию; 1	Отлично: Величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 85...100% Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 75...84% Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 60...74% Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 0...59%

	<p>балл – не полное соответствие техническому заданию, в работе имеются упущения; 0 баллов – несоответствие техническому заданию. – Качество пояснительной записки: 2 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения; 0 баллов – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 1 балл – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы; 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1.</p>	
зачет	<p>Защита отчета о выполнении индивидуальной работы в рамках проектного обучения проводится на промежуточной аттестации. Студент докладывает о результатах выполненных работ, а руководитель проекта задает вопросы и выставляет оценку. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Представленный доклад и ответы студента оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов за высокий уровень выполнения работы и исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы. 4 балла за уровень выполнения работы выше среднего и правильные, но не развернутые ответы на задаваемые вопросы. 3 балла за уровень выполнения работы выше среднего и ответы на задаваемые вопросы с упущениями и неточностями. 2 балла за средний уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с ошибками. 1 балл за низкий уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с грубыми ошибками. 0 баллов за грубые ошибки при выполнении работы и недостаточный уровень понимания материала. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p>	<p>Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100%  Не зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59%</p>
текущий	Студент периодически подготавливает отчет об этапах	Зачтено: Рейтинг

контроль	<p>выполненной работы и представляет его на проверку руководителю проекта. Руководитель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Итоговый отчет оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1.</p>	<p>обучающегося за мероприятие больше или равен 60% Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>
----------	---	---

### 7.3. Типовые контрольные задания

БИНС\_ПО - Темы курсовых проектов.doc

БИНС\_ПО - Вопросы для проведения зачета.doc

БИНС\_ПО - Тематика решаемых задач.doc

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

1. Щипицын, А. Г. Инерциальные навигационные системы: анализ функционирования и точности Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т; Каф. Приборостроение. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1998. - 114,[2] с. ил.

2. Щипицын, А. Г. Математическое и алгоритмическое обеспечение процедуры калибровки инерциальных навигационных систем Текст учеб. пособие А. Г. Щипицын ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 162, [1] с. ил.

3. Щипицын, А. Г. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы Учеб. пособие Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Гироскоп. приборы и устройства; ЧГТУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1993. - 107 с. ил.

3. Щипицын, А. Г. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы Учеб. пособие Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Гироскоп. приборы и устройства; ЧГТУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1993. - 107 с. ил.

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методические указания по освоению дисциплины

"Бесплатформенные инерциальные навигационные системы: проектное обучение" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

2. Методические указания по освоению дисциплины

"Бесплатформенные инерциальные навигационные системы: проектное

обучение" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами" (в локальной сети кафедры)

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

3. Методические указания по освоению дисциплины "Бесплатформенные инерциальные навигационные системы: проектное обучение" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Красильников, М. Н. Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов : учебное пособие / М. Н. Красильников, Г. Г. Серебряков. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 557 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2688">https://e.lanbook.com/book/2688</a> . - Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Основная литература	Слив, Э. И. Прикладная теория инерциальной навигации : учебное пособие / Э. И. Слив. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2002. — 132 с. — ISBN 5-7577-0169-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа <a href="https://e.lanbook.com/book/43762">https://e.lanbook.com/book/43762</a> . - Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Основная литература	Пролетарский, А.В. Алгоритмы коррекции навигационных систем. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Пролетарский, К.А. Неусыпин, И.А. Кузнецов. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 67 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/62072">http://e.lanbook.com/book/62072</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
4	Основная литература	Распопов, В. Я. Микромеханические приборы : учебное пособие / В. Я. Распопов. — Москва : Машиностроение, 2007. — 400 с. — ISBN 5-217-03360-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/753">https://e.lanbook.com/book/753</a> . - Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный



5	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Методические указания по освоению дисциплины "Бесплатформенные инерциальные навигационные системы: проектное обучение" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами"	Учебно-методические материалы кафедры	ЛокальнаяСеть / Авторизованный
---	--	--	---------------------------------------	--------------------------------

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
629 (36)	ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MATLAB
646 (36)	1 демонстрационный комплекс: 1 компьютер, 1 проектор, 1 экран, 1 документ-камера