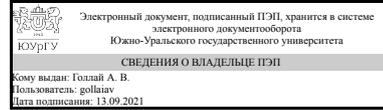


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



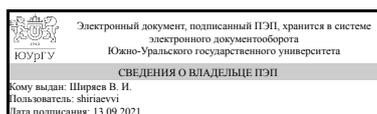
А. В. Голлай

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины ДВ.1.11.01 Инерциальные навигационные системы  
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**

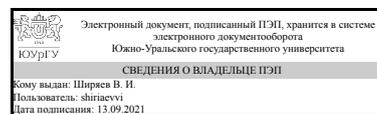
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1032

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

Основная цель: – приобретение знания и получения навыков, необходимых для разработки и построения современных инерциальных систем навигации и управления, а также анализа и выбора оптимальных по точности систем. Задачи дисциплины: - изучение возможных схем построения систем инерциальной навигации; - выбор чувствительных элементов системы для выбранного типа подвижного объекта; - анализ алгоритмов работы инерциальной системы с целью выбора оптимальной опорной системы координат, методов интегрирования и приборной компоновки; - анализ решений уравнений ошибок для обоснования средств и методов осуществления автономной коррекции; - разработка требований к характеристикам приборов системы, удовлетворяющих требованиям решения задачи навигации. - выбор способа начальной выставки систем инерциальной навигации.

## Краткое содержание дисциплины

Инерциальные навигационные системы (ИНС). Физические основы. Чувствительные элементы инерциальных систем. Акселерометры. Схемы построения инерциальных систем. Уравнения идеальной работы систем инерциальной навигации (СИН), их анализ и свойства. Уравнения ошибок, их анализ. Ориентация объекта. Начальная выставка. Режимы работы систем инерциальной 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: знать фигуру и движение Земли в пространстве, иметь представление о гравитационном поле Земли и учете его при использовании метода инерциальной навигации; метод «счисления пути» как метод навигации, алгоритмы функционирования инерциальных систем, ошибки инерциальных систем и способы их уменьшения, параметры и средства определения ориентации подвижного объекта
	Уметь: выбирать тип и схему построения инерциальной системы навигации в зависимости от типа объекта, требуемой точности и условий движения; выбирать состав приборного оснащения для данной схемы построения инерциальной системы
	Владеть: способами моделирования динамики инерциальных систем и оценки погрешностей их работы с целью выработки требований к характеристикам чувствительных элементов и оценки необходимости применения средств и способов коррекции.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
В.1.02 Датчики и измерительные преобразователи	Производственная практика, научно-исследовательская работа (10 семестр)

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

Дисциплина	Требования
В.1.02 Датчики и измерительные преобразователи	Знать основы измерения не электрических величин, - чувствительные элементы таких приборов и первичные преобразователи. Уметь определять по паспортным данным область возможного применения приборов в составе различных схем построения систем навигации. Навык определять оптимальные варианты компоновки системы датчиками первичной информации о параметрах движения основания.

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		9
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	96
Лекции (Л)	80	80
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	120	120
Курсовое проектирование	40	40
Изучение тем 3 раздела. Уравнения ошибок и их анализ. Повышение точности инерциальных систем.	18	18
Изучение тем 2 раздела. Теория инерциальных систем. Уравнения и их анализ. Ориентация объекта.	18	18
Подготовка к экзамену	8	8
Изучение тем разделов 4 и 5. выставка инерциальных систем и комплексирование систем.	10	10
Изучение темы 1 раздела, -Инерциальные системы. Принципы построения и схемы. Акселерометры. Изучение конструкций, принципа действия и характеристик акселерометров.	10	10
Подготовка отчетов по лабораторным работам	16	16
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КП

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Инерциальные системы. Принципы построения и схемы. Акселерометры.	14	12	0	2
2	Теория инерциальных систем. Уравнения и их анализ. Ориентация объекта.	38	30	0	8
3	Уравнения ошибок и их анализ. Повышение точности инерциальных систем.	24	20	0	4
4	Выставка инерциальных систем.	16	14	0	2
5	Коррекция и комплексирование систем инерциальной навигации.	4	4	0	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1, 2, 3	1	Инерциальная навигация. История. Основное уравнение инерциальной навигации. Схемы построения инерциальных систем. Варианты реализации схем инерциальной навигации.	6
4, 5, 6	1	Общие принципы построения систем инерциальной навигации (СИН). Задачи анализа уравнений СИН	6
7, 8, 9	2	Маятник Шулера. Интегральная коррекция. Первая схема моделирования. Вторая схема моделирования. Примеры реализации инерциальной вертикали на различных схемах гиросtabilизированных платформ.	6
10, 11, 12	2	Ориентаторы горизонтальной системы координат: кинематика платформы на 3-х двухстепенных гироскопах и не двух трёхстепенных гироскопах	6
13, 14, 15	2	Кинематика геометрической схемы построения системы. Объекты применения геометрической схемы построения системы.	6
16, 17, 18	2	Теория инерциальных систем. Уравнения идеальной работы, общий случай, произвольное движение.	6
19, 20, 21	2	Различные формы представления уравнений идеальной работы. Задачи упрощения уравнений идеальной работы. Частные случаи представления уравнений идеальной работы. Ориентация объекта	6
22, 23, 24	3	Уравнения ошибок СИН. Основные источники ошибок. Методы получения уравнений ошибок. Особенности выбора базисных уравнений идеальной работы.	6
25, 26, 27	3	Формы и частные случаи уравнений ошибок. Задачи анализа. Требования к точностным характеристикам приборов системы.	6
28, 29, 30	3	Примеры определения погрешностей ИНС, вызванных ошибками инерциальных чувствительных элементов. Ошибки аналитической схемы построения системы инерциальной навигации.	6
31	3	Ошибки полуаналитической схемы построения системы инерциальной навигации.	2
32, 33, 34	4	Начальная выставка инерциальных систем. Способы и приборы выставки. Способы начальной выставки с использованием внешней информации и предварительной привязки. Видео. Выставка согласованием векторов.	6
35, 36, 37	4	Аналитическая выставка платформенных и бесплатформенных систем инерциальной навигации.	6
38	4	Аналоговая выставка.	2
39, 40	5	Комплексирование систем навигации. Астрокоррекция инерциальных	4

	систем. Спутниковая коррекция (ГЛОНАСС).	
--	--	--

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Чувствительные элементы инерциальных систем: гироскопы(ГИ), акселерометры (А). Конструктивные схемы и решения осевых и маятниковых акселерометров прямого преобразования и компенсационных. Подвесы чувствительной массы и основные характеристики... Кинематика акселерометров, конструкции акселерометров ДА-1, ВТ-20, ВТ-36, МП-18, А-10, МП-21,	2
2, 3	2	Малогабаритная инерциальная система МИС-2. Назначение, состав системы, системы координат, гироскоп (кинематика, конструкция, технические характеристики), гироскоп, датчик-акселерометр, элементы и узлы системы, интеграторы, датчики углов, двигатели стабилизации.	4
4, 5	2	Компенсация составляющих угловой скорости вращения Земли. Электрические цепи МИС-2, режимы и подрежимы (обогрев, грубая выставка, работа, горизонтирование, основное гирокомпасирование, дополнительное гирокомпасирование, балансировка), условия эксплуатации	4
6, 7	3	Компенсация погрешностей инерциальной системы. Работа системы. Интегральная коррекция.	4
8	4	Система встроенного контроля. Условия эксплуатации системы. Платформа ПГ-17 – инерциальной системы полуаналитического типа. Начальная выставка.	2

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Изучение тем 2 раздела. Теория инерциальных систем. Уравнения и их анализ. Ориентация объекта.	Доп. ПУМД №2	18
Изучение тем 3 раздела. Уравнения ошибок и их анализ. Повышение точности инерциальных систем.	ЭУМД №2, доп. ПУМД №2,3	18
Изучение тем разделов 4 и 5. выставка инерциальных систем и комплексирование систем.	ЭУМД №1, осн. ПУМД №2	10
Изучение темы 1 раздела, -Инерциальные системы. Принципы построения и схемы. Акселерометры. Изучение конструкций, принципа действия и характеристик акселерометров.	Осн. ПУМД №1, доп. ПУМД №5	10
Подготовка отчетов по лабораторным работам	ЭУМД №1	16
Курсовое проектирование	Осн. ПУМД №1, доп. ПУМД №5	40

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

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Инерциальная система управления комплекса "Энергия - Буран"	Лекции	Документальный фильм: Система управления комплекса "Энергия - Буран"	2
Применение электронных мультимедийных учебников и учебных пособий	Лекции	Математические основы инерциальной навигации. Кватернионы, как параметры ориентации. Видеолекция	2

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

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Компьютерное моделирование динамики канала инерциальной системы полуаналитического типа и анализ результатов	Моделирование канала инерциальной системы в прикладных программных продуктах

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: В курсе лекций "инерциальные системы навигации" используются материалы и разработки, алгоритмы и схемы, полученные в результате выполнения НИР с предприятиями: АО НПО Автоматики (г. Екатеринбург) и Миасское НПО Электромеханики, в части открытой для изложения студентам (например, - сегодня уже известная по изданным учебникам, - проблема АНАЛИТИЧЕСКОЙ ВЫСТАВКИ).

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

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	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	Экзаменационная работа	Вопросы экзаменационных билетов по всем разделам
Все разделы	ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении	Курсовой проект	Задания на курсовой проект (ЭУМД №3)

	социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости		
Все разделы	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	Защита лабораторной работы №1	Задание на лабораторную работу №1 (ЭУМД №3)
Все разделы	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	Защита лабораторной работы №2	Задание на лабораторную работу №2 (ЭУМД №3)
Все разделы	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	Защита лабораторной работы №3	Задание на лабораторную работу №3 (ЭУМД №3)
Все разделы	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	Защита лабораторной работы №4	Задание на лабораторную работу №4 (ЭУМД №3)
Все разделы	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	Защита лабораторной работы №5	Задание на лабораторную работу №5 (ЭУМД №3)
Все разделы	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	Бонусное задание	Утвержденный перечень мероприятий
Все разделы	ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и	Экзамен	Задания контрольно-рейтинговых мероприятий текущего

	экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости		контроля и промежуточной аттестации
Все разделы	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	Индивидуальная беседа №1	Вопросы для индивидуальной беседы №1 (ЭУМД №3)
Все разделы	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	Индивидуальная беседа №2	Вопросы для индивидуальной беседы №2 (ЭУМД №3)
Все разделы	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	Индивидуальная беседа №3	Вопросы для индивидуальной беседы №3 (ЭУМД №3)
Все разделы	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	Индивидуальная беседа №4	Вопросы для индивидуальной беседы №4 (ЭУМД №3)

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Курсовой проект	Задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает пояснительную записку на проверку. Преподаватель 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 кратко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы. Преподаватель на основе представленной работы и полученных ответов	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

	<p>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 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>	<p>проекту 0...59%</p>
<p>Экзаменационная работа</p>	<p>Экзаменационная работа проводится на промежуточной аттестации. Студенту выдается билет, содержащий 4 вопроса. Преподаватель проверяет письменные результаты, проводит индивидуальную беседу, задает при необходимости уточняющие 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). Ответы на вопросы оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов - правильные ответы на все вопросы билета и дополнительные вопросы; 4 балла - незначительные неточности при ответе на все вопросы; 3 балла - правильные ответы на половину заданных вопросов; 2 балла - правильные ответы на треть заданных вопросов; 1 балл - правильный ответ на один вопрос; 0 баллов - неправильные ответы на все вопросы. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60%  Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>

Бонусное задание	<p>Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимально возможная величина бонус-рейтинга +15%.</p>	<p>Зачтено: +15 % за победу в олимпиаде международного уровня +10 % за победу в олимпиаде российского уровня +5 % за победу в олимпиаде университетского уровня +1 % за участие в олимпиаде Не зачтено: -</p>
Экзамен	<p>На экзамене 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>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100% Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84% Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74% Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59%</p>
Защита лабораторной работы №1	<p>Обучающийся предоставляет оформленный отчет с результатами выполнения индивидуального варианта лабораторной работы. Преподаватель проверяет отчет во внеаудиторное время, оценивает правильность выполнения расчетов и качество оформления работы. После этого проводится защита отчета. На защите преподаватель задает 1 вопрос по лабораторной работе, оценивает ответ 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). Выполненная работа оценивается 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 - 0,12.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60% Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>

<p>Защита лабораторной работы №2</p>	<p>Обучающийся предоставляет оформленный отчет с результатами выполнения индивидуального варианта лабораторной работы. Преподаватель проверяет отчет во внеаудиторное время, оценивает правильность выполнения расчетов и качество оформления работы. После этого проводится защита отчета. На защите преподаватель задает 1 вопрос по лабораторной работе, оценивает ответ 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). Выполненная работа оценивается 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 - 0,12.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60%  Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>
<p>Защита лабораторной работы №3</p>	<p>Обучающийся предоставляет оформленный отчет с результатами выполнения индивидуального варианта лабораторной работы. Преподаватель проверяет отчет во внеаудиторное время, оценивает правильность выполнения расчетов и качество оформления работы. После этого проводится защита отчета. На защите преподаватель задает 1 вопрос по лабораторной работе, оценивает ответ 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). Выполненная работа оценивается 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</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60%  Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>

	<p>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 - 0,12.</p>	
<p>Защита лабораторной работы №4</p>	<p>Обучающийся предоставляет оформленный отчет с результатами выполнения индивидуального варианта лабораторной работы. Преподаватель проверяет отчет во внеаудиторное время, оценивает правильность выполнения расчетов и качество оформления работы. После этого проводится защита отчета. На защите преподаватель задает 1 вопрос по лабораторной работе, оценивает ответ 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). Выполненная работа оценивается 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 - 0,12.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60% Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>
<p>Защита лабораторной работы №5</p>	<p>Обучающийся предоставляет оформленный отчет с результатами выполнения индивидуального варианта лабораторной работы. Преподаватель проверяет отчет во внеаудиторное время, оценивает правильность выполнения расчетов и качество оформления работы. После этого проводится защита отчета. На защите преподаватель задает 1 вопрос по лабораторной работе, оценивает ответ 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). Выполненная работа оценивается 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</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60% Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>

	<p>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 - 0,12.</p>	
Индивидуальная беседа №1	<p>Студенту задается 2 вопроса из перечня вопросов, на ответы отводится 10 минут. В случае, если студент не отвечает на вопросы, преподаватель может задать дополнительные или уточняющие вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Ответы на вопросы оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов - правильные ответы на все вопросы билета и дополнительные вопросы; 4 балла - незначительные неточности при ответе на все вопросы; 3 балла - правильные ответы на половину заданных вопросов; 2 балла - правильные ответы на треть заданных вопросов; 1 балл - правильный ответ на один вопрос; 0 баллов - неправильные ответы на все вопросы. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 0,10.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60% Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>
Индивидуальная беседа №2	<p>Студенту задается 2 вопроса из перечня вопросов, на ответы отводится 10 минут. В случае, если студент не отвечает на вопросы, преподаватель может задать дополнительные или уточняющие вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Ответы на вопросы оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов - правильные ответы на все вопросы билета и дополнительные вопросы; 4 балла - незначительные неточности при ответе на все вопросы; 3 балла - правильные ответы на половину заданных вопросов; 2 балла - правильные ответы на треть заданных вопросов; 1 балл - правильный ответ на один вопрос; 0 баллов - неправильные ответы на все вопросы. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 0,10.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60% Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>
Индивидуальная беседа №3	<p>Студенту задается 2 вопроса из перечня вопросов, на ответы отводится 10 минут. В случае, если студент не отвечает на вопросы, преподаватель может задать дополнительные или уточняющие</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60%</p>

	<p>вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Ответы на вопросы оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов - правильные ответы на все вопросы билета и дополнительные вопросы; 4 балла - незначительные неточности при ответе на все вопросы; 3 балла - правильные ответы на половину заданных вопросов; 2 балла - правильные ответы на треть заданных вопросов; 1 балл - правильный ответ на один вопрос; 0 баллов - неправильные ответы на все вопросы. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 0,10.</p>	<p>Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>
<p>Индивидуальная беседа №4</p>	<p>Студенту задается 2 вопроса из перечня вопросов, на ответы отводится 10 минут. В случае, если студент не отвечает на вопросы, преподаватель может задать дополнительные или уточняющие вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Ответы на вопросы оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов - правильные ответы на все вопросы билета и дополнительные вопросы; 4 балла - незначительные неточности при ответе на все вопросы; 3 балла - правильные ответы на половину заданных вопросов; 2 балла - правильные ответы на треть заданных вопросов; 1 балл - правильный ответ на один вопрос; 0 баллов - неправильные ответы на все вопросы. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 0,10.</p>	<p>Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60% Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%</p>

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Курсовой проект	<p>Тематика заданий на курсовое проектирование: проектирование и расчет инерциальных чувствительных элементов, систем на них построенных (акселерометров любых типов, гиростабилизаторов и их чувствительных элементов и устройств), а также теоретическое исследование (составление уравнений движения и ошибок, и моделирование работы каналов или системы инерциальной навигации) выбранной схемы построения СИИ или системы инерциального управления (баллистической ракеты). ИНС - Темы курсовых проектов.doc</p>
Экзаменационная работа	<p>1 раздел: 1. Что означает термин "навигация"? 2. Какими параметрами описывают движение центра масс объекта? 3. Какими параметрами описывают угловое положение и движение объекта вокруг центра масс? 4. Метод счисления пути, его развитие? 5. Основные требования к системам навигации?</p>

	<p>6. Какое условие невозмущаемости должно быть выполнено для возможности создания инерциальной системы?</p> <p>7. Что измеряет акселерометр?</p> <p>8. Типы акселерометров по принципу измерения?</p> <p>9. Чем может быть обусловлена девиация выходной характеристики акселерометра?</p> <p>10. Что такое – порог чувствительности?</p> <p>2 раздел:</p> <p>1. Уравнение показаний пространственного ньютонометра?</p> <p>2. Исходные выражения и законы, используемые для вывода уравнений идеальной работы первой группы?</p> <p>3. Какие из групп параметров ориентации оптимальны для навигации и управления движением самолёта, ракеты, корабля, спутника?</p> <p>4. Каковы возможности упрощения системы уравнений идеальной работы?</p> <p>5. Чем определяются частные случаи уравнений идеальной работы, а чем их различные формы?</p> <p>6. Следует ли ( и в какой форме,- если – да) учитывать вращение Земли при использовании полуаналитической схемы построения СИН? Чем обусловлены перекрёстные связи каналов полуаналитической схемы, определяющей координаты в горизонтальной географической системе координат?</p> <p>7. По какому параметру осуществляется управление акселерометрами при использовании полуаналитической, геометрической схемы?</p> <p>8. Достоинства и недостатки различных схем построения систем инерциальной навигации (полуаналитической, геометрической, аналитической)?</p> <p>9. В чём заключается принципиальная возможность построения БИС на акселерометрах (без гироскопов)?</p> <p>Раздел 3</p> <p>1. Какие существуют способы получения уравнений ошибок?</p> <p>2. На какие группы распадаются уравнения ошибок при допущении о сферичности поля тяготения Земли?</p> <p>3. Какие особенности должны быть учтены при выводе частных случаев уравнений ошибок для данной формы уравнений идеальной работы?</p> <p>4. Каковы типичные зависимости изменения ошибок определения навигационных параметров в системах инерциальной навигации?</p> <p>5 раздел:</p> <p>1. Как выглядит цепь приведения платформы в горизонт?</p> <p>2. Режим гирокомпасирования, его основные моменты?</p> <p>3. Алгоритмы аналитической выставки?</p> <p>4. Область применения аналитической и аналоговой выставки?</p> <p>5. Приборы и устройства выставки наземными средствами?</p> <p>ИНС - Вопросы экзаменационных билетов.doc</p>
Бонусное задание	-
Экзамен	Задания контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации
Защита лабораторной работы №1	Задание для выполнения лабораторной работы №1 и индивидуальные варианты приведены в ЭУМД №3
Защита лабораторной работы №2	Задание для выполнения лабораторной работы №2 и индивидуальные варианты приведены в ЭУМД №3
Защита лабораторной работы №3	Задание для выполнения лабораторной работы №3 и индивидуальные варианты приведены в ЭУМД №3

Защита лабораторной работы №4	Задание для выполнения лабораторной работы №4 и индивидуальные варианты приведены в ЭУМД №3
Защита лабораторной работы №5	Задание для выполнения лабораторной работы №5 и индивидуальные варианты приведены в ЭУМД №3
Индивидуальная беседа №1	Вопросы для индивидуальной беседы №1 приведены в ЭУМД №3
Индивидуальная беседа №2	Вопросы для индивидуальной беседы №2 приведены в ЭУМД №3
Индивидуальная беседа №3	Вопросы для индивидуальной беседы №3 приведены в ЭУМД №3
Индивидуальная беседа №4	Вопросы для индивидуальной беседы №4 приведены в ЭУМД №3

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Коновалов, С. Ф. Гироскопические системы: Проектирование гироскоп. систем Ч. 3 Акселерометры, датчики угловой скорости, интегрирующие гироскопы и гиросинтезаторы Учеб. пособие для вузов по спец. "Гироскоп. приборы и устройства" Под ред. Пельпора Д. С. - М.: Высшая школа, 1980. - 128 с. ил.
2. Лысов, А. Н. Теория гироскопических стабилизаторов [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 160402 "Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации" А. Н. Лысов, А. А. Лысова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приборостроение ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2009. - 116, [1] с. ил. электрон. версия

#### б) дополнительная литература:

1. Гироскопические системы Ч. 2 Гироскопические приборы и системы/ Д. С. Пельпор, С. Ф. Коновалов, В. А. Матвеев и др. Учеб. для вузов по спец. "Гироскоп. приборы и системы" В 3 ч. Под ред. Д. С. Пельпора. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 424 с. ил.
2. Щипицын, А. Г. Обработка информации в инерциальных навигационных системах [Текст] Ч. 1. Разд. 1-5 Разд. 1 Разд. 2 Разд. 3 Разд. 4 Разд. 5 ЧГТУ, Каф. Гироскоп. приборы и устройства. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 195, [1] с. ил.
3. 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.
4. Пельпор, Д. С. Гироскопические системы Ч. 1 Теория гироскопов и гиросtabilizаторов Учеб. для вузов по спец. "Гироскоп. приборы и устройства": В 3 ч. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - 423 с. ил.
5. Никитин, Е. А. Гироскопические системы: Элементы гироскопических приборов Учебник для приборостроит. спец. вузов Под ред.

Д. С. Пельпора. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 432 с. ил.

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

1. журнал «Гироскопия и навигация», АО «КОНЦЕРН «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР», С-Пб. 2010 - 2019гг.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Инерциальные навигационные системы" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

2. Методические указания по освоению дисциплины "Инерциальные навигационные системы" 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 "Инерциальные навигационные системы" 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	Доступ (сеть Интернет / локальная авторизация / свободный доступ)
1	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 Авторизация
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Малогобаритная инерциальная система: учеб. пособие по направлению "Системы упр. движением и навигация" / В. В. Коваленко, А. Н. Лысов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приборостроение ; ЮУрГУ. - Режим доступа: <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000552801">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000552801</a> . - Загл. с экрана.	Электронный каталог ЮУрГУ	Интернет Свободный
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Методические указания по освоению дисциплины "Инерциальные навигационные системы" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательными аппаратами"	Учебно-методические материалы кафедры	Локальная Авторизация

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

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	629 (3б)	ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MATLAB
Лекции	646 (3б)	1 демонстрационный комплекс: 1 компьютер, 1 проектор, 1 экран, 1 документ-камера