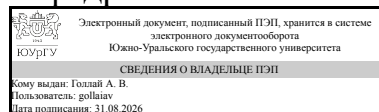


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



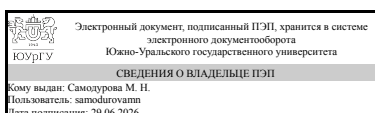
А. В. Голлай

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.08.01 Ориентация подвижных объектов
для направления 09.04.03 Прикладная информатика
уровень Магистратура
магистерская программа Цифровые навигационные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

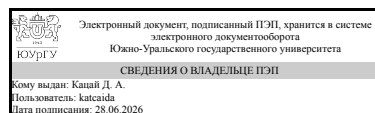
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 916

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



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



Д. А. Кацай

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: освоение принципов функционирования, анализа и расчета параметров систем ориентации подвижных объектов

Задачи дисциплины: - изучение состава и конфигурации комплексов ориентации в составе инерциальной навигационной системы на всех этапах жизненного цикла; - изучение и освоение математического обеспечения комплексов ориентации; - моделирование работы бесплатформенных систем ориентации; - проведение научно-исследовательских работ в процессе проектирования систем ориентации подвижных объектов

Краткое содержание дисциплины

Системы координат комплексов ориентации подвижных объектов. Векторы и их свойства для анализа комплексов ориентации. Матрицы направляющих косинусов комплексов ориентации. Кватернионы в комплексах ориентации подвижных объектов. Алгоритмы ориентации бесплатформенных систем. Начальная выставка бесплатформенных систем ориентации. Погрешности бесплатформенных систем ориентации. Коррекция бесплатформенных систем ориентации с помощью средств видеонаблюдения. Интеграция внешних корректирующих систем (спутниковых, оптических, магнитных) в общий контур ориентации. Принципы математического моделирования бесплатформенных систем ориентации. Стохастические модели погрешностей гироскопов и акселерометров. Методы моделирования кинематических параметров движения подвижного объекта. Полунатурное моделирование на основе роботизированных стендов (KUKA как задатчик эталонных траекторий). Верификация и валидация алгоритмов ориентации методами имитационного моделирования. Системы координат комплексов ориентации подвижных объектов. Формы представления векторов. Скалярное и векторное произведение векторов. Векторные операции для вычисления скоростей и ускорений. Преобразования компонент векторов. Матрицы направляющих косинусов. Углы Эйлера-Крылова. Параметры Родрига-Гамильтона. Применение кватернионов в системах ориентации. Кинематическое уравнение для кватерниона ориентации. Структура алгоритма комплексов ориентации и навигации. Алгоритмы ориентации бесплатформенных систем. Начальная выставка бесплатформенных систем ориентации. Функциональные алгоритмы вычисления угловых параметров БСО/БИНС. Математическая модель возмущенного режима работы БСО/БИНС: общие положения. Математическая модель ухода базовой системы координат БСО/БИНС. Применение оптимальной фильтрации Калмана в задачах коррекции ориентации. Построение алгоритмов комплексирования БСО с видео- и GNSS-коррекцией. Разработка имитационной модели БСО в среде MATLAB/Simulink. Моделирование динамических погрешностей при вибрационных и угловых воздействиях. Изучение кинематической схемы робота KUKA. Программирование эталонных траекторий в KRL. Прямая задача кинематики. Построение математической модели движения манипулятора. Расчёт эталонных угловых параметров для звеньев. Реализация кватернионного алгоритма БСО для оценки ориентации звена робота в реальном времени. Экспериментальное определение погрешностей БСО путём сравнения с эталонными значениями от KUKA. Введение имитационных возмущений (шумы, дрейфы) в сигналы IMU. Оценка устойчивости алгоритмов. Реализация коррекции БСО с помощью фильтра Калмана на основе эталонной траектории робота.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Умеет: управлять проектом по обеспечению ориентации подвижных объектов на всех этапах его жизненного цикла
ПК-1 Способен осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских и проектных работ, определенных созданием конкурентоспособных информационных систем	Знает: как осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских в процессе проектирования систем ориентации подвижных объектов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Интегрированные спутниковые навигационные системы, Проектирование инерциальных навигационных систем, Программирование и анализ данных в информационных системах, Автономные навигационные системы, Теория решения изобретательских задач, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Интегрированные спутниковые навигационные системы	Знает: как управлять проектом по интегрированным спутниковым навигационным системам на всех этапах его жизненного цикла, как анализировать и оценивать требования к интегрированным спутниковым навигационным системам Умеет: Имеет практический опыт:
Проектирование инерциальных навигационных систем	Знает: как осуществлять критический анализ проблемных ситуаций в процессе разработки цифровых навигационных систем Умеет: осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских работ в процессе проектирования инерциальных навигационных систем Имеет практический опыт:
Автономные навигационные системы	Знает: как управлять проектом по разработке автономной навигационной системе на всех этапах его жизненного цикла, как осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских в процессе проектирования

	автономных навигационных систем Умеет: Имеет практический опыт:
Программирование и анализ данных в информационных системах	Знает: современные стандарты языков программирования, специфику предметной области, для которой создается решение., методологию разработки программного обеспечения применительно к аналитике данных, жизненный цикл программного обеспечения и информационных систем. Умеет: разрабатывать прототип программного продукта или сервиса, демонстрирующего работоспособность предложенного алгоритмического решения., формулировать цели и задачи программного проекта, определять границы проекта, планировать архитектуру информационной системы и стек технологий. Имеет практический опыт: создания эффективного, читаемого и поддерживаемого исходного кода., систематизации полученного опыта для применения в будущих проектах.
Теория решения изобретательских задач	Знает: формулировку, в рамках обозначенной задачи, цели, актуальности, значимости (практическую, методическую и иную в зависимости от типа изобретательского проекта), возможную последовательность решения, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения, основы теории и методы решения типовых изобретательских задач Умеет: использовать различные информационные технологии в практической деятельности, новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними, и, на этой основе, проводить поиск вариантов решения типовых изобретательских задач в поставленной проблемной ситуации Имеет практический опыт: самостоятельного или в составе группы научного поиска с использованием специальных средств и методов получения нового знания, решения типовых изобретательских задач в поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (1 семестр)	Знает: Умеет: Имеет практический опыт: организации и управления проведением научно-исследовательских и проектных работ, определенных созданием конкурентоспособных информационных систем в производственных условиях, определения и реализации приоритетов собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки в производственных условиях

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч., 114,75 ч.
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	4
Общая трудоёмкость дисциплины	288	108	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	28	16	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	44	32	12
Лабораторные работы (ЛР)	24	0	24
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	173,25	53,75	119,5
КМ_14 Система маршрутной навигации и посадки воздушных судов	5	0	5
КМ_13 Оценка случайной составляющей погрешности определения угловой ориентации	20	0	20
КМ6 "Бесплатформенная система ориентации"	8	8	0
КМ5 "Погрешности ориентации"	7	7	0
КМ_11 Погрешности определения азимута и угла места	15	0	15
КМ_10 Погрешности определения направляющих косинусов в связанной с объектом системе координат	15	0	15
КМ_15 Система определения угловой ориентации в дифференциальном режиме с исключением рефракционной составляющей погрешности	9	0	9
КМ8 Модифицированный метод triad для решения задачи ориентации подвижного объекта	10	0	10
КМ2 "Матричные операции в системах ориентации"	10	10	0
КМ_12 Расчет погрешностей определения ориентации для динамических методов	20	0	20
КМ7 Метод стереографической проекции в задачах ориентации подвижного объекта	10	0	10
КМ3 "Кватернионы и их связь с векторно-матричными операциями в решении задач ориентации"	10	10	0
КМ4 "Алгоритм ориентации"	7	7	0
КМ1 "Математические основы систем ориентации: системы координат и векторные операции"	11,75	11.75	0
КМ9 Определение ориентации объектов с использованием фильтра Калмана	15,5	0	15.5
Консультации и промежуточная аттестация	18,75	6,25	12,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Математические основы комплексов ориентации	28	8	20	0

2	Бесплатформенные системы ориентации	14	6	8	0
3	Коррекция систем ориентации	8	4	4	0
4	Моделирование систем ориентации	46	10	12	24

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Системы координат комплексов ориентации подвижных объектов	2
2	1	Векторы и их свойства для анализа комплексов ориентации	2
3	1	Матрицы направляющих косинусов комплексов ориентации	2
4	1	Кватернионы в комплексах ориентации подвижных объектов	2
5	2	Алгоритмы ориентации бесплатформенных систем	2
6	2	Начальная выставка бесплатформенных систем ориентации	2
7	2	Погрешности бесплатформенных систем ориентации	2
8	3	Коррекция бесплатформенных систем ориентации с помощью средств видеонаблюдения	2
9	3	Интеграция внешних корректирующих систем (спутниковых, оптических, магнитных) в общий контур ориентации	2
10	4	Принципы математического моделирования бесплатформенных систем ориентации	2
11	4	Стохастические модели погрешностей гироскопов и акселерометров	2
12	4	Методы моделирования кинематических параметров движения подвижного объекта	2
13	4	Полунатурное моделирование на основе роботизированных стендов (KUKA как задатчик эталонных траекторий)	2
14	4	Верификация и валидация алгоритмов ориентации методами имитационного моделирования	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Системы координат комплексов ориентации подвижных объектов	2
2	1	Формы представления векторов	2
3	1	Скалярное и векторное произведение векторов	2
4	1	Векторные операции для вычисления скоростей и ускорений	2
5	1	Преобразования компонент векторов	2
6	1	Матрицы направляющих косинусов	2
7	1	Углы Эйлера-Крылова	2
8	1	Параметры Родрига-Гамильтона	2
9	1	Применение кватернионов в системах ориентации	2
10	1	Кинематическое уравнение для кватерниона ориентации	2
11	2	Структура алгоритма комплексов ориентации и навигации	2
12	2	Алгоритмы ориентации бесплатформенных систем	2
13	2	Начальная выставка бесплатформенных систем ориентации	2
14	2	Функциональные алгоритмы вычисления угловых параметров БСО/БИНС	2
15	3	Математическая модель возмущенного режима работы БСО/БИНС: общие	2

		положения	
16	3	Математическая модель ухода базовой системы координат БСО/БИНС	2
17	4	Применение оптимальной фильтрации Калмана в задачах коррекции ориентации	2
18	4	Построение алгоритмов комплексирования БСО с видео- и GNSS-коррекцией	2
19	4	Разработка имитационной модели БСО в среде MATLAB/Simulink	2
20	4	Моделирование динамических погрешностей при вибрационных и угловых воздействиях	2
21	4	Обработка и предварительный анализ экспериментальных данных с робота KUKA	2
22	4	Сравнительный анализ точности матричных и кватернионных методов в условиях помех	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	4	Изучение кинематической схемы робота KUKA. Программирование эталонных траекторий в KRL. Прямая задача кинематики	4
2	4	Построение математической модели движения манипулятора. Расчёт эталонных угловых параметров для звеньев	4
3	4	Реализация кватернионного алгоритма БСО для оценки ориентации звена робота в реальном времени	4
4	4	Экспериментальное определение погрешностей БСО путём сравнения с эталонными значениями от KUKA	4
5	4	Введение имитационных возмущений (шумы, дрейфы) в сигналы IMU. Оценка устойчивости алгоритмов	4
6	4	Реализация коррекции БСО с помощью фильтра Калмана на основе эталонной траектории робота	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
КМ_14 Система маршрутной навигации и посадки воздушных судов	Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем : монография / А. М. Алешечкин. — Красноярск : СФУ, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-7638-2930-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64557 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей; с.126-129.	4	5
КМ_13 Оценка случайной составляющей погрешности определения угловой ориентации	Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем	4	20

	: монография / А. М. Алешечкин. — Красноярск : СФУ, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-7638-2930-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64557 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей; с.69-74.		
КМ6 "Бесплатформенная система ориентации"	Матвеев, В. В. Бескарданные системы ориентации и навигации : учебное пособие / В. В. Матвеев. — Тула : ТулГУ, 2023. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/427280 (Глава 4, п.4.1, С.102-121).	3	8
КМ5 "Погрешности ориентации"	Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии : учебное пособие / Б. С. Алёшин, А. А. Афонин, К. К. Веремеенко, Б. В. Кошелев ; под редакцией Матвеев, В. В. Бескарданные системы ориентации и навигации : учебное пособие / В. В. Матвеев. — Тула : ТулГУ, 2023. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/427280 (Глава 3, п.3.5.1,3.5.2, С.95-97).	3	7
КМ_11 Погрешности определения азимута и угла места	Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем : монография / А. М. Алешечкин. — Красноярск : СФУ, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-7638-2930-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64557 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей; с.63-64.	4	15
КМ_10 Погрешности определения направляющих косинусов в связанной с объектом системе координат	Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем : монография / А. М. Алешечкин. — Красноярск : СФУ, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-7638-2930-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64557 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей; с.62-63.	4	15
КМ_15 Система определения угловой ориентации в дифференциальном режиме с исключением рефракционной	Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем	4	9

составляющей погрешности	: монография / А. М. Алешечкин. — Красноярск : СФУ, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-7638-2930-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64557 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей; с.129-136.		
КМ8 Модифицированный метод triad для решения задачи ориентации подвижного объекта	Матвеев, В.В. Модифицированный метод triad для решения задачи ориентации подвижного объекта / В. В. Матвеев, М. Г. Погорелов, А. Н. Хомячкова // Приборы и методы измерений. — 2024. — № 3. — С. 195-204. — ISSN 2220-9506. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/362918 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	4	10
КМ2 "Матричные операции в системах ориентации"	Матвеев, В. В. Бескарданные системы ориентации и навигации : учебное пособие / В. В. Матвеев. — Тула : ТулГУ, 2023. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/427280 (Глава 1, п.1.3-1.6, С.18 - 27).	3	10
КМ_12 Расчет погрешностей определения ориентации для динамических методов	Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем : монография / А. М. Алешечкин. — Красноярск : СФУ, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-7638-2930-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64557 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей; с.65-69.	4	20
КМ7 Метод стереографической проекции в задачах ориентации подвижного объекта	Метод стереографической проекции в задачах ориентации подвижного объекта / В. В. Матвеев, А. Н. Хомячкова, А. В. Каликанов, Д. С. Стрельцов // Приборы и методы измерений. — 2025. — № 3. — С. 202-211. — ISSN 2220-9506. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/372296 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	4	10
КМ3 "Кватернионы и их связь с векторно-матричными операциями в решении задач ориентации"	Матвеев, В. В. Бескарданные системы ориентации и навигации : учебное пособие / В. В. Матвеев. — Тула : ТулГУ, 2023. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	3	10

	— URL: https://e.lanbook.com/book/427280 (Глава 1, п.1.8, С.30-39).		
КМ4 "Алгоритм ориентации"	Матвеев, В. В. Бескарданные системы ориентации и навигации : учебное пособие / В. В. Матвеев. — Тула : ТулГУ, 2023. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/427280 (Глава 2, п.2.6.4, 2.7, С.61-65).	3	7
КМ1 "Математические основы систем ориентации: системы координат и векторные операции"	Матвеев, В. В. Бескарданные системы ориентации и навигации : учебное пособие / В. В. Матвеев. — Тула : ТулГУ, 2023. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/427280 (Глава 1, п.1.1-1.2, С. 9 - 17).	3	11,75
КМ9 Определение ориентации объектов с использованием фильтра Калмана	Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем : монография / А. М. Алешечкин. — Красноярск : СФУ, 2014. — 176 с. — ISBN 978-5-7638-2930-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/64557 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей; с.35-46.	4	15,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	КМ1 Математические основы систем ориентации: системы координат и векторные операции	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах.	зачет

						Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
2	3	Текущий контроль	КМ2 Матричные операции в системах ориентации	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	зачет
3	3	Текущий контроль	КМ3 Кватернионы и их связь с векторно-матричными операциями в решении задач ориентации	1	5	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на	зачет

						поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
4	3	Текущий контроль	КМ4 Алгоритм ориентации	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	зачет
5	3	Текущий контроль	КМ5 Погрешности ориентации	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	зачет
6	3	Текущий контроль	КМ6 Бесплатформенная система ориентации	1	2	Отлично: выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными	зачет

						положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо: незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно: неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно: отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
7	3	Промежуточная аттестация	Экзаменационная работа	-	5	Зачет (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Незачет (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	зачет
8	4	Текущий контроль	КМ7 Метод стереографической проекции в задачах ориентации подвижного объекта	1	9	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	экзамен
9	4	Текущий	КМ8	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется	экзамен

		контроль	Модифицированный метод triad для решения задачи ориентации подвижного объекта			за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
10	4	Текущий контроль	КМ9 Определение ориентации объектов с использованием фильтра Калмана	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	экзамен
11	4	Текущий контроль	КМ_10 Погрешности определения направляющих косинусов в связанной с объектом системе координат	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы.	экзамен

						Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
12	4	Текущий контроль	КМ_11 Погрешности определения азимута и угла места	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	экзамен
13	4	Текущий контроль	КМ_12 Расчет погрешностей определения ориентации для динамических методов	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на	экзамен

						заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
14	4	Текущий контроль	КМ_13 Оценка случайной составляющей погрешности определения угловой ориентации	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	экзамен
15	4	Текущий контроль	КМ_14 Система маршрутной навигации и посадки воздушных судов	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	экзамен
16	4	Текущий	КМ-15 Система	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется	экзамен

		контроль	определения угловой ориентации в дифференциальном режиме с исключением рефракционной составляющей погрешности			за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
17	4	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Экзаменационная работа проводится в письменной форме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-	В соответствии с пп. 2.5, 2.6

	рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 в редакции приказов от 10.03.2022 № 25-13/09, от 02.09.2024 № 158-13/09). Студенту задается 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0.4 часа.	Положения
зачет	Зачет проводится в устной форме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179 в редакции приказов от 10.03.2022 № 25-13/09, от 02.09.2024 № 158-13/09). Студенту задается 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0.1 часа.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
УК-2	Умеет: управлять проектом по обеспечению ориентации подвижных объектов на всех этапах его жизненного цикла	+	+	+	+	+			+	+		+		+				+
ПК-1	Знает: как осуществлять организацию и управление проведением научно-исследовательских в процессе проектирования систем ориентации подвижных объектов							+	+	+	+		+		+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

- Ишлинский, А. Ю. Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация А. Ю. Ишлинский; Акад. наук СССР, Отд-ние механики и процессов упр. - М.: Наука, 1976. - 672 с.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

- Кацай Д.А. Методические указания к освоению РПД "Ориентация и навигация подвижных объектов"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

- Кацай Д.А. Методические указания к освоению РПД "Ориентация и навигация подвижных объектов"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Земляной, А. Ф. Пилотирование самолета и ориентация в пространстве : учебное пособие для вузов / А. Ф. Земляной. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 236 с. — ISBN 978-5-507-50550-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/447335 (дата обращения: 02.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Матвеев, В. В. Бескарданные системы ориентации и навигации : учебное пособие / В. В. Матвеев. — Тула : ТулГУ, 2023. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/427280 (дата обращения: 02.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Челноков, Ю. Н. Кватернионные и бикватернионные модели и методы механики твердого тела и их приложения. Геометрия и кинематика движения : учебное пособие / Ю. Н. Челноков. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 512 с. — ISBN 5-9221-0680-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59420 (дата обращения: 02.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
4. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Контроль самостоятельной работы	538 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Практические занятия и семинары	529 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Экзамен	538 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.

Лекции	529 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Самостоятельная работа студента	538 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.