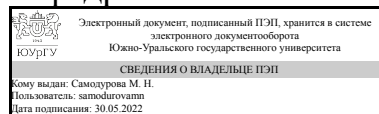


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



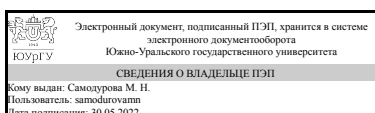
М. Н. Самодурова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М1.05.02 Методы проектирования инерциальных чувствительных элементов информационно-навигационных систем  
**для направления** 24.04.02 Системы управления движением и навигация  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Системы управления движением и навигация  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Информационно-измерительная техника

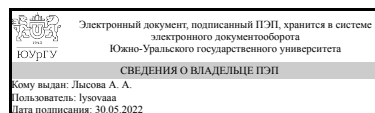
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.04.02 Системы управления движением и навигация, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 85

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



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,  
доцент



А. А. Лысова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: дать теоретические знания физических принципов работы, теории и конструкций современных гироскопических приборов (чувствительных элементов) инерциальных навигационных систем (ИНС). Задачи: изучение принципа действия, теории и конструктивных особенностей современных гироскопических приборов (чувствительных элементов) инерциальных навигационных систем; анализ уравнений движения и их решение; изучение погрешностей, возникающих в характерных условиях эксплуатации и их компенсации

## Краткое содержание дисциплины

Чувствительные элементы (датчики) поступательного движения инерциальных систем: акселерометры компенсационные, классические и микромеханические, их конструкции, характеристики, погрешности. Датчики движения объекта вокруг центра масс: микромеханические гироскопы (ММГ) и акселерометры, лазерные гироскопы, волоконно-оптические гироскопы (ВОГ), схемы построения, конструкции, принципы работы, уравнения движения, характеристики, погрешности и их уменьшение. Методы их проектирования.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Поддержка процесса разработки программного обеспечения в процессе разработки комплекса бортового оборудования	Знает: методы проектирования инерциальных чувствительных элементов информационно-навигационных систем и программное обеспечение, необходимое в процессе разработки комплекса бортового оборудования Умеет: выбрать методы проектирования инерциальных чувствительных элементов информационно-навигационных систем и программное обеспечение, необходимое в процессе разработки комплекса бортового оборудования Имеет практический опыт: проектирования инерциальных чувствительных элементов информационно-навигационных систем и применения программного обеспечения, необходимого в процессе разработки комплекса бортового оборудования

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Прикладная теория навигационных приборов и систем, Методы теории фильтрации в задачах навигации и управления, Программные средства и устройства	Не предусмотрены

информационно-управляющих систем, Нейросетевые технологии	
--	--

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

Дисциплина	Требования
Программные средства и устройства информационно-управляющих систем	Знает: программные средства выполнения анализа и оценки работы приборов ориентации и навигации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности., современный математический аппарат для проведения фундаментальных и прикладных, исследований в области систем управления движением и навигации летательных аппаратов, приемы применения программного обеспечения в процессе разработки комплекса бортового оборудования Умеет: использовать современный математический аппарат для проведения фундаментальных и прикладных, исследований в области систем управления движением и навигации летательных аппаратов, применять знания по программному обеспечению в процессе разработки комплекса бортового оборудования Имеет практический опыт: применения программных средств для анализа и оценки работы приборов ориентации и навигации летательных аппаратов в ракетно-космической промышленности., реального применения современного математического аппарата для проведения фундаментальных и прикладных, исследований в области систем управления движением и навигации летательных аппаратов, решения нестандартных задач с применением программного обеспечения в процессе разработки комплекса бортового оборудования
Методы теории фильтрации в задачах навигации и управления	Знает: методы теории фильтрации, применяемые в задачах навигации и управления, и программное обеспечение для их реализации Умеет: выбрать методы теории фильтрации, применяемые в задачах навигации и управления, и программное обеспечение для их реализации Имеет практический опыт:
Нейросетевые технологии	Знает: программное обеспечение, на котором можно реализовать нейросетевые технологии в процессе разработки комплекса бортового оборудования Умеет: подобрать программное обеспечение, на котором можно реализовать нейросетевые технологии в процессе разработки комплекса бортового оборудования Имеет практический опыт:
Прикладная теория навигационных приборов и	Знает: способы применения прикладной теории

систем	навигационных приборов и систем для разработки программного обеспечения в процессе разработки комплекса бортового оборудования Умеет: применять прикладную теорию навигационных приборов и систем для разработки программного обеспечения в процессе разработки комплекса бортового оборудования Имеет практический опыт: применения прикладной теории навигационных приборов и систем для разработки программного обеспечения в процессе разработки комплекса бортового оборудования
--------	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 22,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	16	16	
Лекции (Л)	0	0	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	85,75	85,75	
Подготовка к практическим занятиям	42,8	42.8	
Подготовка к зачету	42,95	42.95	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные элементы конструкций акселерометров различных типов.	2	0	2	0
2	Расчет акселерометра: датчиков линейного перемещения чувствительной массы или угла её поворота, датчиков силы и момента.	2	0	2	0
3	Особенности разработки акселерометров для использования в составе бесплатформенных систем навигации и управления, изменение ориентации осей чувствительности прибора с целью оптимального решения задачи.	2	0	2	0
4	Расчет датчиков ускорения и угловой скорости	2	0	2	0
5	Методы проектирования датчиков ускорения и угловой скорости	2	0	2	0
6	Выбор и расчет основных параметров лазерных гироскопов,	2	0	2	0

	применительно к ожидаемым условиям эксплуатации и типу объекта.				
7	Методы проектирования ММГ	2	0	2	0
8	Методы проектирования ВОГ	2	0	2	0

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Основные элементы конструкций акселерометров различных типов.	2
2	2	Расчет акселерометра: датчиков линейного перемещения чувствительной массы или угла её поворота, датчиков силы и момента.	2
3	3	Особенности разработки акселерометров для использования в составе бесплатформенных систем навигации и управления, изменение ориентации осей чувствительности прибора с целью оптимального решения задачи.	2
4	4	Расчет датчиков ускорения и угловой скорости	2
5	5	Методы проектирования датчиков ускорения и угловой скорости	2
6	6	Выбор и расчет основных параметров лазерных гироскопов, применительно к ожидаемым условиям эксплуатации и типу объекта.	2
7	7	Методы проектирования ММГ	2
8	8	Методы проектирования ВОГ	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям	ЭУМД-2 (Глава 2, стр.76-79, 91-121); ЭУМД-4 (Глава 1, стр.7-32; Глава 2, стр.48-60)	3	42,8
Подготовка к зачету	ЭУМД-2 (Глава 1, стр.8-87; Глава 2, стр.76-79, 91-121; Глава 3, стр.130-139); ЭУМД-4 (Глава 1, стр.7-32; Глава 2, стр.48-60)	3	42,95

## 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	Семестр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Промежуточная аттестация	Все разделы	-	10	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	зачет
2	3	Текущий контроль	Практическое занятие 1	1	10	Правильность и полнота выполнения – 10 баллов: работа выполнена полностью правильно – 4 балла; в работе допущена 1 ошибка – 3 балла; в работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0 баллов. Срок сдачи – 2 балла: работа сдана студентом вовремя – 2 балла; работа сдана не вовремя – 1 балл; работа не сдана – 0 баллов. Оформление отчета – 4 балла: оформление отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 4 балла; оформление отчета в основном соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 1 балл; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	зачет
3	3	Текущий контроль	Практическое занятие 2	1	10	Правильность и полнота выполнения – 10 баллов: работа выполнена полностью правильно – 4 балла; в работе допущена 1 ошибка – 3 балла; в работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0 баллов. Срок сдачи – 2 балла: работа сдана студентом вовремя – 2 балла; работа сдана не вовремя – 1 балл; работа не сдана – 0 баллов. Оформление отчета – 4 балла: оформление отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 4 балла; оформление отчета в основном соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 1 балл; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	зачет
4	3	Текущий контроль	Практическое занятие 4	1	10	Правильность и полнота выполнения – 10 баллов: работа выполнена полностью правильно – 4 балла; в работе допущена 1	зачет

						<p>ошибка – 3 балла; в работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0 баллов.</p> <p>Срок сдачи – 2 балла: работа сдана студентом вовремя – 2 балла; работа сдана не вовремя – 1 балл; работа не сдана – 0 баллов.</p> <p>Оформление отчета – 4 балла: оформление отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 4 балла; оформление отчета в основном соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 1 балл; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.</p>	
5	3	Текущий контроль	Практическое занятие 5	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 10 баллов: работа выполнена полностью правильно – 4 балла; в работе допущена 1 ошибка – 3 балла; в работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0 баллов.</p> <p>Срок сдачи – 2 балла: работа сдана студентом вовремя – 2 балла; работа сдана не вовремя – 1 балл; работа не сдана – 0 баллов.</p> <p>Оформление отчета – 4 балла: оформление отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 4 балла; оформление отчета в основном соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 1 балл; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.</p>	зачет
7	3	Текущий контроль	Практическое занятие 6	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 10 баллов: работа выполнена полностью правильно – 4 балла; в работе допущена 1 ошибка – 3 балла; в работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0 баллов.</p> <p>Срок сдачи – 2 балла: работа сдана студентом вовремя – 2 балла; работа сдана не вовремя – 1 балл; работа не сдана – 0 баллов.</p> <p>Оформление отчета – 4 балла: оформление отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 4 балла; оформление отчета в основном соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 1</p>	зачет

						балл; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	
8	3	Текущий контроль	Практическое занятие 7	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 10 баллов: работа выполнена полностью правильно – 4 балла; в работе допущена 1 ошибка – 3 балла; в работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0 баллов.</p> <p>Срок сдачи – 2 балла: работа сдана студентом вовремя – 2 балла; работа сдана не вовремя – 1 балл; работа не сдана – 0 баллов.</p> <p>Оформление отчета – 4 балла: оформление отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 4 балла; оформление отчета в основном соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 1 балл; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.</p>	зачет
9	3	Текущий контроль	Практическое занятие 8	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 10 баллов: работа выполнена полностью правильно – 4 балла; в работе допущена 1 ошибка – 3 балла; в работе больше одной ошибки или выполнена не полностью – 0 баллов.</p> <p>Срок сдачи – 2 балла: работа сдана студентом вовремя – 2 балла; работа сдана не вовремя – 1 балл; работа не сдана – 0 баллов.</p> <p>Оформление отчета – 4 балла: оформление отчета полностью соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 4 балла; оформление отчета в основном соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 1 балл; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.</p>	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения



	<p>деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %. Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде контрольных вопросов. На выполнение дается 30 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.</p>	
--	--	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	7	8	9	
ПК-2	Знает: методы проектирования инерциальных чувствительных элементов информационно-навигационных систем и программное обеспечение, необходимое в процессе разработки комплекса бортового оборудования	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: выбрать методы проектирования инерциальных чувствительных элементов информационно-навигационных систем и программное обеспечение, необходимое в процессе разработки комплекса бортового оборудования	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: проектирования инерциальных чувствительных элементов информационно-навигационных систем и применения программного обеспечения, необходимого в процессе разработки комплекса бортового оборудования	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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:*

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Методические указания к практическим занятиям

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

## 1. Методические указания к практическим занятиям

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Латыев, С. М. Конструирование точных (оптических) приборов : учебное пособие / С. М. Латыев. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 560 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/169499">https://e.lanbook.com/book/169499</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Евстифеев, М. И. Методы проектирования конструкций микромеханических гироскопов : учебное пособие / М. И. Евстифеев. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 182 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/136519">https://e.lanbook.com/book/136519</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Матвеев, В. А. Гироскоп — это просто / В. А. Матвеев. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2012. — 209 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/106281">https://e.lanbook.com/book/106281</a>
4	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ачильдиев, В. М. Информационные измерительные и оптико-электронные системы на основе микро- и наномеханических датчиков угловой скорости и линейного ускорения : учебное пособие / В. М. Ачильдиев, Ю. К. Грузевич, В. А. Солдатенков. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 260 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/106616">https://e.lanbook.com/book/106616</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	536 (36)	Компьютерная (20 ПК) и мультимедийная техника, приборы