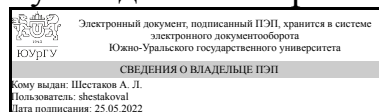


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



А. Л. Шестаков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.02 Расчет и конструирование инерциальных навигационных систем

для направления 24.04.02 Системы управления движением и навигация

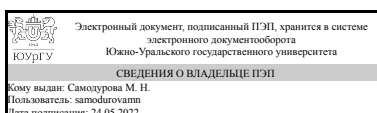
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

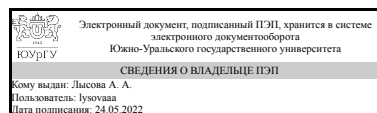
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.04.02 Системы управления движением и навигация, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 85

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



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,  
доцент



А. А. Лысова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: изучение принципа построения, конструирования и расчета инерциальных навигационных систем (ИНС). Задачи: изучение принципа действия и конструктивных особенностей инерциальных навигационных систем; исследование устойчивости и изучение методов обеспечения устойчивости; порядок расчета основных элементов ИНС.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина содержит два раздела "Расчет и проектирование чувствительных элементов ИНС" и "Расчет и проектирование ИНС"

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: методики анализа результатов исследования Умеет: принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем Имеет практический опыт: методами установления причинно-следственных связей и определения наиболее значимых среди них.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ФД.01 Проектирование приборов и систем	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
ФД.01 Проектирование приборов и систем	Знает: экономические нормативы, необходимые для принятия технических решений в процессе проектирования приборов и систем, процедуры критического анализа проблем, возникающие в процессе расчета и конструирования инерциальных навигационных систем Умеет: использовать экономические нормативы, необходимые для принятия технических решений в процессе проектирования приборов и систем, принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем, возникающие в процессе расчета и конструирования инерциальных навигационных систем Имеет практический опыт: применения

	экономических нормативов, необходимых для принятия технических решений в процессе проектирования приборов и систем, постановки цели и определения способов ее достижения в процессе расчета и конструирования инерциальных навигационных систем
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 75,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	68,5	68,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
курсовая работа	17	17	
подготовка к лабораторным работам	17	17	
подготовка к экзамену	17,5	17,5	
подготовка к практическим занятиям	17	17	
Консультации и промежуточная аттестация	11,5	11,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Расчет и проектирование чувствительных элементов ИНС	32	16	8	8
2	Расчет и проектирование ИНС	32	16	8	8

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1,2	1	Основные элементы конструкций акселерометров различных типов.	4
3,4	1	Порядок расчета и проектирования акселерометров	4
5,6	1	Порядок расчета и проектирования датчиков ускорения и угловой скорости	4
7,8	1	Порядок расчета и проектирования ММГ	4

9,10	2	Расчет и проектирование гиросtabilизаторов. Расчет и проектирование одноосного гиросtabilизатора. Порядок расчета одноосного гиросtabilизатора.	4
11,12	2	Специфика проектирования двухосного гиросtabilизатора.	4
13,14	2	Расчет и проектирование трехосного гиросtabilизатора.	4
15,16	2	Методы проектирования ИНС	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	1	Расчет акселерометра: датчиков линейного перемещения чувствительной массы или угла её поворота, датчиков силы и момента.	4
3,4	1	Расчет датчиков ускорения и угловой скорости	4
5,6	2	Расчет одноосного гиросtabilизатора: расчет моментов инерции, определение коэффициентов усиления цепей стабилизации, определение структуры и параметров корректирующего контура.	4
7.8	2	Порядок расчета трехосного гиросtabilизатора, выбор гироскопа, типы привода, расположения гироскопов на платформе, определение параметров привода, выбор коэффициента усиления стабилизации и корректирующих звеньев.	4

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1,2	1	Проектирование элементов акселерометра	4
3,4	1	Проектирование датчика угловой скорости	4
5,6	2	Проектирование элементов одноосного гиросtabilизатора	4
7,8	2	Проектирование элементов БИНС	4

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
курсовая работа	ОЛ-2; ЭУМД-1 (Глава 2, стр.76-79, 91-121); ЭУМД-2 (Глава 1, стр.7-32; Глава 2, стр.48-60); ОЛ-1 (Глава 1, стр.15-28)	3	17
подготовка к лабораторным работам	ЭУМД-1 (Глава 2, стр.76-79, 91-121); ЭУМД-2 (Глава 1, стр.7-32; Глава 2, стр.48-60); ОЛ-1 (Глава 1, стр.15-28)	3	17
подготовка к экзамену	ЭУМД-1 (Глава 1, стр.8-87; Глава 2, стр.76-79, 91-121; Глава 3, стр.130-139); ЭУМД-2 (Глава 1, стр.7-32; Глава 2, стр.48-60); ОЛ-1 (Глава 1, стр. 5-49; Глава 2, стр.62-83;Глава 3, стр. 91-96)	3	17,5
подготовка к практическим занятиям	ЭУМД-1 (Глава 2, стр.76-79, 91-121); ЭУМД-2 (Глава 1, стр.7-32; Глава 2, стр.48-60); ОЛ-1 (Глава 1, стр.15-28)	3	17

## 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	Промежуточная аттестация	Все разделы	-	5	<p>Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля.</p> <p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %</p> <p>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %</p> <p>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %</p>	экзамен
2	3	Курсовая работа/проект	Проектирование двухосного гиросtabilизатора	-	10	<p>Показатели оценивания:</p> <p>– Соответствие техническому заданию:</p> <p>3 балла – полное соответствие техническому заданию;</p> <p>2 балла – полное соответствие техническому заданию с небольшими замечаниями;</p> <p>1 балл – не полное соответствие техническому заданию;</p> <p>0 баллов – не соответствие техническому заданию.</p> <p>– Качество пояснительной записки:</p> <p>3 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями;</p> <p>2 балла – пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими</p>	курсовые работы

					<p>выводами, однако с не вполне 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 балл – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер.</p> <p>– Оформление пояснительной записки:  1 балл – оформление соответствует стандарту оформления курсовых (СТО 04-2008);  0 баллов – оформление не соответствует стандарту оформления.</p> <p>– Защита курсовой работы:  3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы;  2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы;  1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы;  0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.</p> <p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %  Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %</p>
--	--	--	--	--	---

						Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %	
3	3	Текущий контроль	Практическая работа 1	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 4 балла: 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>	экзамен
4	3	Текущий контроль	Практическая работа 2	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 4 балла: 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>	экзамен

5	3	Текущий контроль	Практическая работа 3	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 4 балла: 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>	экзамен
6	3	Текущий контроль	Практическая работа 4	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 4 балла: 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>	экзамен
7	3	Текущий контроль	Лабораторная работа 1	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 4 балла: работа выполнена полностью правильно – 4 балла; в работе допущена 1 ошибка – 3 балла; в работе больше одной ошибки или выполнена не</p>	экзамен



						<p>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.</p>	
8	3	Текущий контроль	Лабораторная работа 2	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 4 балла: 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.</p>	экзамен
9	3	Текущий контроль	Лабораторная работа 3	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 4 балла: 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:</p>	экзамен

						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.	
10	3	Текущий контроль	Лабораторная работа 4	1	10	<p>Правильность и полнота выполнения – 4 балла: 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>	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной 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. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %.</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %.</p> <p>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %.</p> <p>Неудовлетворительно:</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p> <p>Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде ответов на вопросы билета. Билет содержит 2 вопроса. На ответ 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 экзамена при личном присутствии студента.</p>	
курсовые работы	<p>Рейтинг обучающегося по курсовой работе определяется по результатам оценивания выполнения всех требований, предъявляемых к данной работе. Техническое задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает пояснительную записку. В последнюю неделю семестра проводится защита КР. Защита курсовой работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p>	В соответствии с п. 2.7 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УК-1	Знает: методики анализа результатов исследования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: принимать конкретные решения для повышения эффективности процедур анализа проблем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: методами установления причинно-следственных связей и определения наиболее значимых среди них.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. 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
2. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению : СТО ЮУрГУ 04-2008 : взамен СТП ЮУрГУ 04-2001 : введ. в действие с 01.09.08 [Текст] Н. В. Сырейщикова и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 55, [1] с. ил.

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	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>
2	Основная литература	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>
3	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>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)
2. 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 (3б)	Компьютерная (20 ПК) и мультимедийная техника

Лабораторные занятия	540 (36)	Компьютерная (14 ПК) и мультимедийная техника, гироскопические приборы
Лекции	534 (36)	Компьютерная и мультимедийная техника