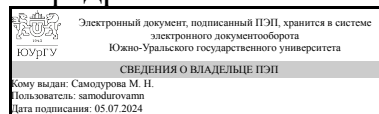


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



М. Н. Самодурова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.11 Основы инерциальной навигации

для направления 12.03.01 Приборостроение

уровень Бакалавриат

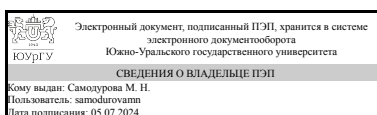
профиль подготовки Цифровые технологии в приборостроении с присвоением второй квалификации "бакалавр 09.03.03 Прикладная информатика"

форма обучения очная

кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

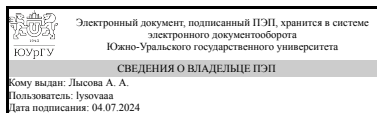
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 945

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



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
доцент



А. А. Лысова

1. Цели и задачи дисциплины

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

Краткое содержание дисциплины

Все содержание дисциплины «Основы теории инерциальных навигационных систем» включает 4 раздела: Раздел 1. Принципы построения инерциальных навигационных систем. Раздел 2. Инерциальные чувствительные элементы. Раздел 3. Математические основы БИНС. Раздел 4. Модель ошибок ИНС.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность разрабатывать и моделировать схемы отдельных аналоговых и цифровых блоков и всего сложнофункционального блока	Знает: методику моделирования систем инерциальной навигации по их схемам Умеет: применять методику моделирования систем инерциальной навигации по их схемам Имеет практический опыт: применения методики моделирования систем инерциальной навигации по их схемам
ПК-3 Способность проводить измерения и выполнять измерительные эксперименты по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов измерений, оформлением результатов исследований и разработок	Знает: методику проведения измерений с выбором средств измерений и обработкой результатов измерений, оформлением результатов исследований и разработок
ПК-6 Способность применять существующие типовые решения и шаблоны проектирования компьютерного программного обеспечения, методы и средства проектирования компьютерного программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов с учетом требований информационной безопасности.	Имеет практический опыт: применения существующих типовых решений компьютерного программного обеспечения и программных интерфейсов с учетом требований информационной безопасности

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Теория гироскопических стабилизаторов, Программное обеспечение навигации беспилотных систем, Теория автоматического управления, Теория гироскопических приборов	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Теория гироскопических стабилизаторов	Знает: методику моделирования гироскопических стабилизаторов по их кинематическим схемам Умеет: применять методику моделирования гироскопических стабилизаторов по их кинематическим схемам Имеет практический опыт: проведения измерительных экспериментов по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов измерений, оформлением результатов исследований и разработок
Программное обеспечение навигации беспилотных систем	Знает: методику разработки и программного моделирования схем отдельных аналоговых и цифровых блоков и всего сложнофункционального блока Умеет: применять существующие типовые решения и шаблоны проектирования компьютерного программного обеспечения, методы и средства проектирования компьютерного программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов с учетом требований информационной безопасности. Имеет практический опыт:
Теория автоматического управления	Знает: Функциональное назначение и принцип работы тех технических устройств и приборов, которые входят в состав САУ (датчики, усилители, преобразователи и т.п.), а также законы физики, которым подчиняются процессы в этих устройствах. Методику составления уравнений математического описания физических процессов в технических устройствах. Особенности поведения и способы оценки качества и характера процессов в САУ или в отдельных ее элементах. Умеет: моделировать схемы отдельных аналоговых блоков систем управления, составлять математическое описание (модель) устройств в требуемой для дальнейшего теоретического или компьютерного исследования., использовать специализированное программное обеспечение при проведении численных экспериментов моделей устройств в требуемой для дальнейшего теоретического или компьютерного исследования форме. Имеет практический опыт: компьютерного исследования свойств и характеристик моделей технических устройств и приборов с помощью современных программных пакетов., теоретического или компьютерного исследования свойств и характеристик технических устройств и приборов с помощью

	современных программных пакетов или самостоятельно разработанных программ; получения экспериментальных данных и методами их математической обработки.
Теория гироскопических приборов	Знает: методику моделирования гироскопических приборов по их кинематическим схемам Умеет: применять методику моделирования гироскопических приборов по их кинематическим схемам Имеет практический опыт: проведения измерений по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов измерений, оформлением результатов исследований и разработок

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 70,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	60	60
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	73,5	73,5
Подготовка к экзамену	36	36
Подготовка к лабораторным работам	37,5	37,5
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Принципы построения инерциальных навигационных систем	14	6	0	8
2	Инерциальные чувствительные элементы	18	8	0	10
3	Математические основы БИНС	16	6	0	10
4	Модель ошибок ИНС	12	4	0	8

5.1. Лекции

№	№	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-
---	---	---	------

лекции	раздела		во часов
1	1	Принципы построения инерциальных навигационных систем. Инерциальная навигация на плоской и сферической поверхностях	2
2	1	ИНС полуаналитического типа.	2
3	1	ИНС геометрического типа	2
4,5	2	Инерциальные чувствительные элементы. РВГ. ДНГ.	4
6	2	ОВГ, лазерный гироскоп	2
7	2	ВОГ, ММГ, акселерометры	2
8	3	Математические основы БИНС. Задачи ориентации БИНС. Углы и повороты Эйлера-Крылова.	2
9	3	Матрицы направляющих косинусов	2
10	3	Анализ кинематических параметров. Начальное ориентирование.	2
11	4	Модель ошибок ИНС. Идеальный и возмущенный режимы работы БИНС.	2
12	4	Погрешности гироскопов и акселерометров. Уравнения погрешностей БИНС. Анализ погрешностей	2

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Изучение основ работы ИНС.	2
2	1	Влияние изменения параметров системы стабилизации на работу гиростабилизированной платформы (ИНС)	2
3,4	1	Моделирование в вычислительной среде Vissim, Simulinc работы ИНС.	4
5	2	Расчет и калибровка акселерометра	2
6,7	2	Моделирование в вычислительной среде Vissim (Simulinc) чувствительных элементов ИНС : РВГ.	4
8,9	2	Моделирование в вычислительной среде Vissim (Simulinc) чувствительных элементов ИНС : ДНГ.	4
10,11	3	Моделирование в вычислительной среде Vissim, Simulinc работы БИНС в идеальном режиме	4
12,13	3	Моделирование в вычислительной среде Vissim, Simulinc работы БИНС в возмущенном режиме.	4
14	3	Моделирование динамики и работы БИНС и аналитическое решение навигационной задачи	2
15,16	4	Моделирование БИНС с учетом модели ошибок	4
17,18	4	Моделирование БИНС с учетом модели ошибок	4

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 экзамену	ОЛ-1, стр. 54, стр. 179-183; ОЛ-1, стр. 15-	8	36

	29; ЭУМД-1,2,3		
Подготовка к лабораторным работам	ОЛ-1, стр. 54, стр. 169-172; ОЛ-2, стр. 4-5, стр. 15-29; ЭУМД-1,2	8	37,5

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	Семестр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Промежуточная аттестация	Все разделы	-	5	Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. 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 %.	экзамен
2	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 1	1	10	Правильность и полнота выполнения работы – 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 – 3 балла; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	экзамен
3	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 2	1	10	Правильность и полнота выполнения работы – 4 балла: работа выполнена полностью правильно – 4 балла; в работе	экзамен

						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 – 3 балла; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	
4	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 3	1	10	Правильность и полнота выполнения работы – 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 – 3 балла; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	экзамен
5	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 4	1	10	Правильность и полнота выполнения работы – 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 – 3	экзамен

						балла; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	
6	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 5	1	10	Правильность и полнота выполнения работы – 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 – 3 балла; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	экзамен
7	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 6	1	10	Правильность и полнота выполнения работы – 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 – 3 балла; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	экзамен
8	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 7	1	10	Правильность и полнота выполнения работы – 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	экзамен

						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 – 3 балла; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	
9	8	Текущий контроль	Лабораторная работа 8	1	10	Правильность и полнота выполнения работы – 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 – 3 балла; оформление отчета в основном не соответствует техническим требованиям к выполнению учебной документации – 0 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	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 %. Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %. Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %. Неудовлетворительно: 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 ответов на вопросы билета.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	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.	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-1	Знает: методику моделирования систем инерциальной навигации по их схемам	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: применять методику моделирования систем инерциальной навигации по их схемам	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: применения методики моделирования систем инерциальной навигации по их схемам	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	Знает: методику проведения измерений с выбором средств измерений и обработкой результатов измерений, оформлением результатов исследований и разработок	+								
ПК-6	Имеет практический опыт: применения существующих типовых решений компьютерного программного обеспечения и программных интерфейсов с учетом требований информационной безопасности	+								

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Распопов, В. Я. Микромеханические приборы [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Приборостроение" направления "Приборостроение" В. Я. Распопов. - М.: Машиностроение, 2007. - 399 с. ил.
2. Гирокоспические системы : Учеб. для вузов по спец. "Гирокосп. приборы и системы" В 3 ч. . Ч. 2 / Под ред. Д. С. Пельпора. - 2-е изд., перераб. и доп.. - М. : Высшая школа, 1988. - 424 с. : ил.

б) дополнительная литература:

1. Щипицын, А. Г. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы Учеб. пособие Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Гирокосп. приборы и устройства; ЧГТУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1993. - 107 с. ил.
2. Щипицын, А. Г. Инерциальные навигационные системы : анализ функционирования и точности [Текст] учеб. пособие А. Г. Щипицын ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приборостроение ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1998. - 114, [2] с. ил.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по лабораторным работам

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания по лабораторным работам

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Черников С. А., Щеглова Н. Н. Высокоточные системы навигации: Конспект лекций. Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. 2018. - 65 с. https://e.lanbook.com/book/172765
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Хамидуллин, В. К. Технические средства навигации и управления движением : учебное пособие / В. К. Хамидуллин. — СПб : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 141 с. https://e.lanbook.com/book/157079
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Подчерзцев, В. П. Динамически настраиваемый гироскоп : учебно-методическое пособие / В. П. Подчерзцев. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 20 с. https://e.lanbook.com/book/52089

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(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
Лабораторные занятия	536 (3б)	Компьютерный класс 20 ПК и мультимедийная техника. Лабораторные установки, измерительная техника и гироскопические приборы
Лекции	536 (3б)	Компьютерная и мультимедийная техника.