ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и компьютерных наук

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Голлай А. В.
Пользователь: gollaiav
Дата подписания: 13.09.2021

А. В. Голлай

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.11.03 Инерциальные навигационные системы: проектное обучение
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Системы управления движением летательных аппаратов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

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

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

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ширяев В. И.
Пользователь: shiriaevvi
Дата подписания: 13.09.2021

В. И. Ширяев

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., заведующий кафедрой

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ширяев В. И.
Пользователь: shiriaevvi
Дата подписания: 13.09.2021

В. И. Ширяев

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

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

Краткое содержание дисциплины

Инерциальные навигационные системы (ИНС). Физические основы. Чувствительные элементы инерциальных систем. Акселерометры. Схемы построения инерциальных систем. Уравнения идеальной работы систем инерциальной навигации (СИН), их анализ и свойства. Уравнения ошибок, их анализ. Ориентация объекта. Начальная выставка. Режимы работы систем инерциальной навигации.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	Знать:знать фигуру и движение Земли в пространстве, иметь представление о гравитационном поле Земли и учете его при использовании метода инерциальной навигации; метод «счисления пути» как метод навигации, алгоритмы функционирования инерциальных систем, ошибки инерциальных систем и способы их уменьшения, параметры и средства определения ориентации подвижного объекта
	Уметь:выбирать тип и схему построения инерциальной системы навигации в зависимости от типа объекта, требуемой точности и условий движения; выбирать состав приборного оснащения для данной схемы построения инерциальной системы
	Владеть:способами моделирования динамики инерциальных систем и оценки погрешностей их работы с целью выработки требований к характеристикам чувствительных элементов и оценки необходимости применения средств и способов коррекции.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

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

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

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

4. Объём и виды учебной работы

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

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		9
Общая трудоёмкость дисциплины	216	216
Контактная работа:	96	96
Самостоятельная работа (СРС)	120	120
Подготовка к экзамену	8	8
Изучение материала и подготовка отчета по проектному обучению	72	72
Курсовое проектирование	40	40
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КП

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
1	Инерциальные системы. Принципы по-строения и схемы. Акселерометры.	14
2	Теория инерциальных систем. Уравнения и их анализ. Ориентация объекта.	38
3	Уравнения ошибок и их анализ. Повышение точности инерциальных систем.	24
4	Выставка инерциальных систем.	16
5	Коррекция и комплексирование систем инерциальной навигации.	4

5.1. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Изучение материала и подготовка отчета по проектному обучению	ЭУМД №1-3	72
Подготовка к экзамену	ЭУМД №3	8
Курсовое проектирование	Осн. ПУМД №1-2, Доп. ПУМД №1-5. ЭУМД №1-3	40

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Применение электронных мультимедийных учебников и учебных пособий	Демонстрационный материал по математическим основам инерциальной навигации, кватернионам, как параметрам ориентации	2

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

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

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

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

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	курсовой проект
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	экзамен
ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции,	текущий контроль

границы их применимости	

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
курсовой проект	Задание на курсовое проектирование в рамках проектного обучения выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает пояснительную записку на проверку. Руководитель проекта проверяет пояснительную записку и допускает студента к защите. На защиту студент предоставляет: 1. Развернутое техническое задание. 2. Пояснительную записку на 20-25 страницах в отпечатанном виде, содержащую описание разработки и соответствующие иллюстрации. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы. Руководитель проекта на основе представленной работы и полученных ответов выставляет оценку. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Показатели оценивания: – Соответствие техническому заданию: 2 балла – полное соответствие техническому заданию; 1 балл – не полное соответствие техническому заданию, в работе имеются упущения; 0 баллов – несоответствие техническому заданию. – Качество пояснительной записки: 2 балла – пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; 1 балл – пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения; 0 баллов – пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. – Защита курсовой работы: 1 балл – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы; 0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1.	Отлично: Величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 85…100% Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 75…84% Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 60…74% Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по курсовому проекту 0…59%
экзамен	Защита отчета о выполнении индивидуальной работы в рамках проектного обучения проводится на промежуточной аттестации. Студент докладывает о результатах выполненных работ, а руководитель проекта задает вопросы и выставляет оценку. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-	Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85…100% Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75…84%

	рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Представленный доклад и ответы студента оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов за высокий уровень выполнения работы и исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы. 4 балла за уровень выполнения работы выше среднего и правильные, но не развернутые ответы на задаваемые вопросы. 3 балла за уровень выполнения работы выше среднего и ответы на задаваемые вопросы с упущениями и неточностями. 2 балла за средний уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с ошибками. 1 балл за низкий уровень выполнения работы и ответы на задаваемые вопросы с грубыми ошибками. 0 баллов за грубые ошибки при выполнении работы и недостаточный уровень понимания материала. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1. На экзамене происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60…74% Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0…59%
текущий контроль	Студент периодически подготавливает отчет об этапах выполненной работы и представляет его на проверку руководителю проекта. Руководитель проверяет работу во внеаудиторное время и выставляет оценку. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Итоговый отчет оценивается по пятибалльной системе: 5 баллов за выполнение работы без ошибок; 4 балла за выполнение работы с незначительными ошибками; 3 балла за правильное выполнение 60% работы; 2 балла за правильное выполнение 40% работы; 1 балл за правильное выполнение 30% работы; 0 баллов за правильное выполнение менее 30% работы. Максимальный балл - 5. Весовой коэффициент мероприятия - 1.	Зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равен 60% Не зачтено: Рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60%

7.3. Типовые контрольные задания

ИНС_ПО - Темы курсовых проектов.doc
ИНС_ПО - Экзаменационные вопросы.doc
ИНС_ПО - Тематика решаемых задач.doc

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация
а) основная литература:

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

б) дополнительная литература:

1. Гироскопические системы Ч. 2 Гироскопические приборы и системы/ Д. С. Пельпор, С. Ф. Коновалов, В. А. Матвеев и др. Учеб. для вузов по спец. "Гироскоп. приборы и системы" В 3 ч. Под ред. Д. С. Пельпора. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 424 с. ил.
2. Щипицын, А. Г. Обработка информации в инерциальных навигационных системах [Текст] Ч. 1. Разд. 1-5 Разд. 1 Разд. 2 Разд. 3 Разд. 4 Разд. 5 ЧГТУ, Каф. Гироскоп. приборы и устройства. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 195,[1] с. ил.
3. Щипицын, А. Г. Математическое и алгоритмическое обеспечение процедуры калибровки инерциальных навигационных систем [Текст] учеб. пособие А. Г. Щипицын ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 162, [1] с. ил.
4. Пельпор, Д. С. Гироскопические системы Ч. 1 Теория гироскопов и гиростабилизаторов Учеб. для вузов по спец. "Гироскоп. приборы и устройства": В 3 ч. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - 423 с. ил.
5. Никитин, Е. А. Гироскопические системы: Элементы гироскопических приборов Учебник для приборостроит. спец. вузов Под ред. Д. С. Пельпора. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1988. - 432 с. ил.

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

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

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

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

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

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Малогабаритная инерциальная система: учеб. пособие по направлению "Системы упр навигация" / В. В. Коваленко, А. Н. Лысов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приборостроен Режим доступа: https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000552801?base=SUSU_METHOD& . - Загл. с экрана.
2	Основная литература	Пролетарский, А.В. Алгоритмы коррекции навигационных систем. [Электронный рес пособие / А.В. Пролетарский, К.А. Неусыпин, И.А. Кузнецов. — Электрон. дан. — М Н.Э. Баумана, 2015. — 67 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/62072 — Заг
3	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Методические указания по освоению дисциплины "Инерциальные навигационные си проектное обучение" для специальности 24.05.06 "Системы управления летательным

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
629 (3б)	ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MATLAB