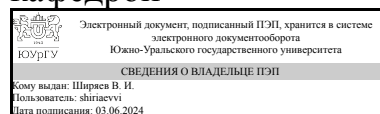


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



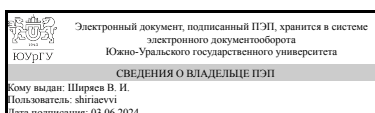
В. И. Ширяев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.06.02 Технические средства навигации и управления движением
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень Специалитет
специализация Системы управления движением летательных аппаратов
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

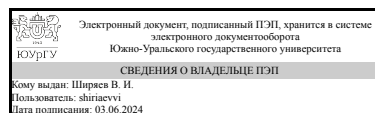
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

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



В. И. Ширяев

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



В. И. Ширяев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - научить студентов применять методику составления уравнений движения с использованием навигационных приборов. Задачи дисциплины: 1. Получение знаний о современных технических средствах навигации в системах управления движением летательными аппаратами. 2. Получение навыков применения современных технических средств навигации и управления движением при разработке алгоритмов системы управления полетами РН и КА.

Краткое содержание дисциплины

На практических занятиях обучающиеся изучают современные технические средства навигации в системах управления движением летательными аппаратами, учатся применять современные технические средства навигации и управления движением при разработке алгоритмов системы управления полетами РН и КА, приобретают практический опыт применения методики составления уравнений движения с использованием навигационных приборов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способность разрабатывать алгоритмы системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов	Знает: современные технические средства навигации в системах управления движением летательными аппаратами Умеет: применять современные технические средства навигации и управления движением при разработке алгоритмов системы управления полетами РН и КА Имеет практический опыт: применения методики составления уравнений движения с использованием навигационных приборов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Системы терминального управления, Практикум по виду профессиональной деятельности	Производственная практика (преддипломная) (11 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Практикум по виду профессиональной деятельности	Знает: назначение, принцип работы аппаратуры системы управления полетами РН и КА, автоматизированные методы проектирования структуры систем управления летательными

	аппаратами Умеет: применять современные методы разработки алгоритмов системы управления полетами РН и КА, использовать автоматизированные методы проектирования структуры системы управления летательными аппаратами Имеет практический опыт: разработки математических моделей алгоритмов системы управления движением летательных аппаратов, анализа общей структуры системы управления полетами РН и КА
Системы терминального управления	Знает: основы и специальные разделы теории автоматического управления, алгоритмы терминального управления в системах управления летательными аппаратами Умеет: анализировать влияние различных факторов на управляемость РН и КА, корректировать разработанную общую структуру системы управления полетами РН и КА с использованием алгоритмов терминального управления Имеет практический опыт: разработки математических моделей алгоритмов терминального управления в системах управления полетами , применения алгоритмов терминального управления при проектировании общей структуры системы управления полетами РН и КА

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		10
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Подготовка к зачету	7,75	7.75
Выполнение индивидуального задания	46	46
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	Функциональный состав, элементы и конфигурация комплексов ориентации и навигации (КОН) подвижных объектов авиационного применения. КОН воздушно-космического летательного аппарата (ЛА).	16	8	8	0
2	Математическое обеспечение КОН. Структура общего алгоритма КОН и характеристика его составляющих. Алгоритмы обработки информации в КОН. Архитектура вычислительных систем КОН.	10	8	2	0
3	Функциональные алгоритмы бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС). Функциональные алгоритмы КОН воздушно - космического ЛА.	8	6	2	0
4	Структурные элементы и алгоритмы систем обеспечения безопасности полета.	14	10	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Особенности целевых задач, решаемых подвижными объектами, и их влияние на состав комплексов ориентации и навигации. Сведения о КОН летательного аппарата и условиях его эксплуатации. Состав типового КОН. Системы координат в процессе измерения параметров полета. Характеристики условий эксплуатации КОН.	2
2	1	Элементы восприятия, измерения и преобразования пилотажно-навигационной информации. Измерители давления на основе упругих чувствительных элементов. Измерители температуры (особенности измерения температуры газового потока). Тахометрические измерители частоты вращения. Частотно-импульсные тахометры. Инерциальные измерители линейных ускорений. Трехстепенные и двухстепенные гироскопические чувствительные элементы. Датчики угловых скоростей на основе лазерных элементов.	2
3	1	Приборные средства измерения высотно-скоростных параметров полета. Понятие о высоте полета. Барометрические измерители высоты полета. Датчики высоты. Аэродинамические измерители скорости. Измерители углов крена и тангажа ЛА, системы авиагоризонтов. Принцип действия корректируемых гировертикалей и авиагоризонтов. Принцип маятниковой электромеханической коррекции. Принцип механической коррекции гировертикалей. Кинематические схемы авиагоризонтов. Гировертикали с использованием принципа силовой стабилизации платформ.	2
4	1	Приборы контроля работы функциональных схем. Измерители температуры рабочих зон авиадвигателей. Измерители относительной частоты вращения вала турбины, ротора компрессора (тахометры). Аппаратура измерения вибрации и вибросмещения. Приборы измерения количества и расхода топлива.	2
5,6	2	Алгоритмы первичной обработки информации в КОН. Оптимизация наблюдений при использовании метода наименьших квадратов. Структура и уравнения линейного оценивающего фильтра. Структурная адаптация фильтра Калмана в КОН.	4
7,8	2	Структура бортовых вычислительных систем КОН. Средства передачи информации вычислительных систем КОН. Выбор операционной системы реального времени для решения задач КОН.	4
9,10,11	3	Требования к БИНС, как информационному центру КОН. Системы координат в задачах алгоритмического обеспечения БИНС.	6

		Функциональные алгоритмы определения навигационных параметров ЛА. Функциональные алгоритмы определения угловых параметров ориентации и навигации. Уравнения ошибок вычисления координат и скорости подвижного объекта. Уравнения ошибок определения угловых параметров навигации и ориентации.	
12,13	4	Инерциальные чувствительные элементы и гравиметры для комплексов ориентации и навигации. Микромеханические гироскопы и акселерометры. Оценки их предельных минимальных погрешностей.	4
14,15,16	4	Приборы и системы предупреждения и предотвращения критического режима полета ЛА. Приборы предупреждения критического режима полета (СПКР). Общие положения. Характерные ограничения и параметры СПКР. Принцип действия СПКР. Система предупреждения выхода на опасные значения параметров полета. Система предупреждения об опасной близости земли. Система предупреждения о попадании в опасный сдвиг ветра. Канал сигнализации СПКР. Флюгерные датчики аэродинамических углов. Измерители ускорений и указатели перегрузок. Погрешности акселерометра. Бортовая система предотвращения столкновений, Система раннего предупреждения близости земли.	6

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1,2	1	Манометры, частотные преобразователи давления. Термометры и особенности измерения температуры газового потока. Частотно-импульсные тахометры. Трехстепенные и двухстепенные гироскопические чувствительные элементы. Датчики угловых скоростей на основе лазерных элементов.	4
3,4	1	Погрешности барометрических высотомеров. Указатели углов атаки. Системы восприятия и подвода полного и статического давлений. Уравнения движения и погрешностей гировертикалей. Кинематические схемы авиагоризонтов.	4
5	2	Выбор языка программирования для решения задач КОН.	2
6	3	Измерители курса: Магнитный компас. Индукционный магнитный датчик. Курсовые системы. Функциональные алгоритмы определения навигационных параметров.	2
7	4	Измерители температуры рабочих зон авиадвигателей. Аппаратура измерения вибрации. Топливомер. Расходомер.	2
8	4	Принцип действия СПКР. Система предупреждения об опасной близости земли. Погрешности акселерометра. Указатели перегрузок.	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 зачету	1. Хамидуллин, В. К. Технические	10	7,75

	средства навигации и управления движением : учебное пособие - глава 1, с. 4-37. 2. Микрин, Е. А. Навигация космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 4, с. 124-144. 3. Современные системы управления движением космических аппаратов связи, навигации и геодезии : учебное пособие : в 2 книгах - глава 1, с. 11-34. 4. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии : / Б. С. Алёшин, А. А. Афонин, К. К. Веремеенко, Б. В. Кошелев ; под редакцией Б. С. Алёшина [и др.]. учебное пособие : глава 1, с. 11-24, глава 2, с. 59-88, глава 4, с. 190-215, глава 6, с. 281-303, глава 8, с. 391-412. 5. Алгоритмы обработки информации навигационных систем и комплексов летательных аппаратов: / М. С. Селезнева, К. Шень, К. А. Неусыпин, А. В. Пролетарский. учебное пособие : глава 2, с. 24-60, глава 4, с. 90-103, глава 6, с. 208-230. 6. Арсеньев, В. Д. Расчет и синтез параметров гиростабилизаторов для маневренных объектов: учебное пособие: с. 3-42. 7. Микрин, Е. А. Ориентация, выведение, сближение и спуск космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 2, с. 33-80.		
Выполнение индивидуального задания	1. Хамидуллин, В. К. Технические средства навигации и управления движением : учебное пособие - глава 5, с. 91-105, глава 8, с. 126-139. 2. Микрин, Е. А. Навигация космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 4, с. 124-144. 3. Современные системы управления движением космических аппаратов связи, навигации и геодезии : учебное пособие : в 2 книгах - глава 1, с. 11-34. 4. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии : / Б. С. Алёшин, А. А. Афонин, К. К. Веремеенко, Б. В. Кошелев ; под редакцией Б. С. Алёшина [и др.]. учебное пособие : глава 1, с. 11-24, глава 2, с. 59-88, глава 4, с. 190-215, глава 6, с. 281-303, глава 8, с. 391-412. 5. Алгоритмы обработки информации навигационных систем и комплексов летательных аппаратов: / М. С. Селезнева, К. Шень, К.	10	46

	А. Неусыпин, А. В. Пролетарский. учебное пособие : глава 2, с. 24-60, глава 4, с. 90-103, глава 6, с. 208-230. 6. Арсеньев, В. Д. Расчет и синтез параметров гиросtabilизаторов для маневренных объектов: учебное пособие: с. 3-42. 7. Микрин, Е. А. Ориентация, выведение, сближение и спуск космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 2, с. 33-80.		
--	---	--	--

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	10	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 1	0,5	5	Обучающийся получает индивидуальное задание и приступает к его выполнению. Обучающийся подготавливает отчет об этапах выполненной работы и представляет его на проверку. Руководитель проверяет отчет во внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и замечаний, оценивается в 5 баллов. Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	зачет
2	10	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 2	0,5	5	Обучающийся получает индивидуальное задание и приступает к его выполнению. Обучающийся подготавливает отчет об этапах выполненной работы и представляет его на проверку. Руководитель проверяет отчет во	зачет

						внеаудиторное время и выставляет оценку. Представленный отчет оценивается по пятибалльной системе. Отчет, не содержащий ошибок и замечаний, оценивается в 5 баллов. Отчет с незначительными неточностями или упущениями оценивается в 4 балла. Отчет с незначительными ошибками оценивается в 3 балла. Отчет с ошибками оценивается в 2 балла. Отчет с грубыми ошибками оценивается в 1 балл. Отчет, не соответствующий требованиям индивидуального задания, оценивается в 0 баллов.	
3	10	Промежуточная аттестация	Зачетная работа	-	5	На зачетной работе обучающийся отвечает в устной форме на вопросы по изученному материалу. Обучающемуся задается 2 вопроса, которые позволяют оценить сформированность компетенций. Ответы оцениваются по пятибалльной системе: 5 баллов за исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы. 4 балла за правильные, но не развернутые ответы на задаваемые вопросы. 3 балла за ответы на задаваемые вопросы с упущениями и неточностями. 2 балла за ответы на задаваемые вопросы с ошибками. 1 балл за ответы на задаваемые вопросы с грубыми ошибками. 0 баллов за недостаточный уровень понимания материала.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Рейтинг обучающегося по дисциплине может формироваться только по результатам текущего контроля. Студент может повысить рейтинг за счет прохождения контрольного мероприятия промежуточной аттестации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3

ПК-4	Знает: современные технические средства навигации в системах управления движением летательными аппаратами	+	+
ПК-4	Умеет: применять современные технические средства навигации и управления движением при разработке алгоритмов системы управления полетами РН и КА	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: применения методики составления уравнений движения с использованием навигационных приборов	+	+

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:

1. Авиакосмическое приборостроение науч.-техн. и произв. журн. ООО "Изд-во "Научтехлитиздат" журнал. - М., 2002-
2. Мехатроника, автоматизация, управление теорет. и приклад. науч.-техн. журн. Изд-во "Машиностроение" журнал. - М., 2002-
3. Известия Академии наук. Теория и системы управления науч. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние энергетики, машиностроения, механики и процессов управления, Гос. науч.-исслед. ин-т авиац. систем (ГосНИИАС) журнал. - М.: Наука, 1995-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Технические средства навигации и управления движением" (в локальной сети кафедры)
2. Методические указания по освоению дисциплины "Технические средства навигации и управления движением" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Технические средства навигации и управления движением" (для СРС) (в локальной сети кафедры)

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Хамидуллин, В. К. Технические средства навигации и управления движением : учебное пособие / В. К. Хамидуллин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 141 с.

		Лань	https://e.lanbook.com/book/157079
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Микрин, Е. А. Навигация космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем : учебное пособие / Е. А. Микрин, М. В. Михайлов. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2017. — 345 с. https://e.lanbook.com/book/106332
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Микрин, Е. А. Ориентация, выведение, сближение и спуск космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем : учебное пособие / Е. А. Микрин, М. В. Михайлов. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2017. — 357 с. https://e.lanbook.com/book/106339
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Современные системы управления движением космических аппаратов связи, навигации и геодезии : учебное пособие : в 2 книгах / В. А. Раевский, Н. А. Тестоедов, М. В. Лукьяненко, Е. Н. Якимов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020 — Книга 1 : Системы управления движением космических аппаратов на геостационарной орбите. Ч. 2 — 2020. — 516 с. https://e.lanbook.com/book/165915
5	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии : учебное пособие / Б. С. Алёшин, А. А. Афонин, К. К. Веремеенко, Б. В. Кошелев ; под редакцией Б. С. Алёшина [и др.]. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 424 с. https://e.lanbook.com/book/49079
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Арсеньев, В. Д. Расчет и синтез параметров гиростабилизаторов для маневренных объектов : учебное пособие / В. Д. Арсеньев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Расчет возмущающих моментов в гиростабилизаторах для маневренных объектов — 2013. — 42 с. https://e.lanbook.com/book/52607
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Алгоритмы обработки информации навигационных систем и комплексов летательных аппаратов / М. С. Селезнева, К. Шень, К. А. Неусыпин, А. В. Пролетарский. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 234 с. https://e.lanbook.com/book/172801

Перечень используемого программного обеспечения:

1. 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
Практические занятия и семинары	629 (3б)	ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MATLAB