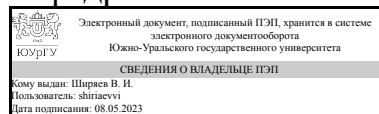


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



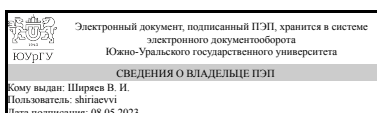
В. И. Ширяев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

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

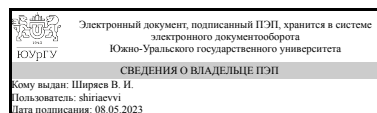
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

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
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
--	--

#### 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. 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.	6
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	6

		раннего предупреждения близости земли.	
--	--	--	--

## 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 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	10	7,75

	<p>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 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.</p>		
Выполнение индивидуального задания	<p>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. 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.</p>	10	46

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

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 Лань	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. <a href="https://e.lanbook.com/book/157079">https://e.lanbook.com/book/157079</a>
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. <a href="https://e.lanbook.com/book/106332">https://e.lanbook.com/book/106332</a>
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. <a href="https://e.lanbook.com/book/106339">https://e.lanbook.com/book/106339</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства	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.

		Лань	академика М. Ф. Решетнёва, 2020 — Книга 1 : Системы управления движением космических аппаратов на геостационарной орбите. Ч. 2 — 2020. — 516 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/165915">https://e.lanbook.com/book/165915</a>
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. <a href="https://e.lanbook.com/book/49079">https://e.lanbook.com/book/49079</a>
6	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Арсеньев, В. Д. Расчет и синтез параметров гиросtabilизаторов для маневренных объектов : учебное пособие / В. Д. Арсеньев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Расчет возмущающих моментов в гиросtabilизаторах для маневренных объектов — 2013. — 42 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/52607">https://e.lanbook.com/book/52607</a>
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. <a href="https://e.lanbook.com/book/172801">https://e.lanbook.com/book/172801</a>

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