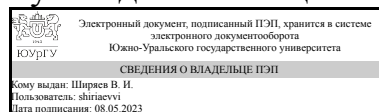


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель специальности



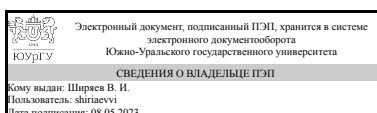
В. И. Ширяев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.11 Интегрированные системы навигации и управления движением летательных аппаратов  
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами  
уровень Специалитет  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Системы автоматического управления

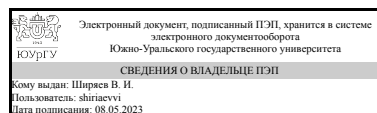
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

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 выполнять комплексирование навигационных систем внешних ориентиров в системах управления летательными аппаратами.

Задачи дисциплины: 1. Получение знаний о методах и алгоритмах комплексирования навигационных систем. 2. Получение навыков комплексирования навигационных систем для управления летательными аппаратами.

## Краткое содержание дисциплины

Обучающиеся изучают методы и алгоритмы комплексирования навигационных систем, учатся комплексировать навигационные системы для управления летательными аппаратами, приобретают практический опыт комплексирования навигационных систем внешних ориентиров в системах управления летательными аппаратами.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность определять структуру системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов	Знает: методы и алгоритмы комплексирования навигационных систем Умеет: комплексировать навигационные системы для управления летательными аппаратами Имеет практический опыт: комплексирования навигационных систем внешних ориентиров в системах управления летательными аппаратами

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.04 Фильтрация и идентификация в динамических системах, 1.Ф.02 Методы оптимизации, 1.Ф.08 Проектирование систем управления летательными аппаратами, 1.Ф.05 Оптимальные системы управления, 1.Ф.07 Статистическая динамика систем управления	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.07 Статистическая динамика систем управления	Знает: методы статистической динамики Умеет: формировать оптимальные статистические системы обработки измерительной информации при определении структуры системы управления полетами РН и КА Имеет практический опыт:

	применять методы статистической динамики для решения инженерных задач
1.Ф.02 Методы оптимизации	Знает: методы оптимизации в системах управления летательными аппаратами Умеет: пользоваться методами определения оптимизации системы управления полетами РН и КА Имеет практический опыт: применения методов оптимизации для решения инженерных задач
1.Ф.04 Фильтрация и идентификация в динамических системах	Знает: алгоритмы фильтрации и идентификации в динамических системах Умеет: оценивать основные характеристики системы управления летательными аппаратами Имеет практический опыт: применения алгоритмов фильтрации и идентификации для решения инженерных задач
1.Ф.05 Оптимальные системы управления	Знает: принципы формирования критериев оптимальности, основные теоретические принципы синтеза оптимальных систем, способы проведения компьютерных испытаний по определению оптимальных параметров системы с использованием вычислительных средств Умеет: выводить законы функционирования системы управления КА, проводить и систематизировать компьютерные эксперименты для поиска оптимальных решений Имеет практический опыт: формулирования законов функционирования системы управления КА, определения оптимального способа управления исходя из требований технического задания на систему управления полетами РН и КА
1.Ф.08 Проектирование систем управления летательными аппаратами	Знает: методы оценки параметров законов функционирования системы управления летательных аппаратов, методы проектирования систем управления летательными аппаратами Умеет: выбирать параметры законов функционирования системы управления летательными аппаратами, выполнять синтез и идентификацию параметров систем управления движением летательных аппаратов Имеет практический опыт: определения параметров законов функционирования системы управления летательными аппаратами, разработки математических моделей работы отдельных подсистем летательных аппаратов

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра

		10
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)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,75	71,75
Выполнение практических заданий	64	64
Подготовка к зачету	7,75	7,75
Консультации и промежуточная аттестация	8,25	8,25
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	Современные интегрированные навигационные системы	6	6	0	0
2	Стохастическое оценивание параметров состояния бесплатформенной навигационной системы	18	10	8	0
3	Интеграция бесплатформенной инерциальной навигационной системы и спутниковой навигационной системы	18	10	8	0
4	Алгоритмы тесной интеграции инерциально-спутниковых систем на аналитических траекториях	22	6	16	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Автономные системы навигации и перспективы их применения, особенности применения инерциальных чувствительных элементов в бесплатформенных навигационных системах, датчики угловой скорости, акселерометры, спутниковые навигационные приемники для интегрированных навигационных систем, современные интегрированные навигационные системы и анализ их применения на транспорте	4
2	1	Основные схемы интеграции навигационных систем, современные технологии синтеза интегрированных навигационных систем	2
3	2	Математические модели бесплатформенной инерциальной навигационной системы	4
4	2	Математические модели стохастических наблюдателей параметров состояния бесплатформенной инерциальной навигационной системы	4
5	2	Алгоритмы стохастической фильтрации параметров движения автономной бесплатформенной навигационной системы	2
6	3	Стохастические информационные модели сигналов спутниковых сообщений, модели спутниковых измерений в различных параметрах ориентации	4
7	3	Наблюдение и оценка навигационных параметров в интегрированной навигационной системе	4
8	3	Интеграция инерциально-спутниковых навигационных систем	2
9	4	Фильтрация навигационных параметров на аналитических траекториях при	2

		сосредоточенном приеме спутниковых измерений	
10	4	Комплексное решение навигационной задачи и параметрической идентификации моделей траекторий в режиме тесной интеграции	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Математические модели бесплатформенной инерциальной навигационной системы	4
2	2	Математические модели стохастических наблюдателей параметров состояния бесплатформенной инерциальной навигационной системы	4
3	3	Модели спутниковых измерений в различных параметрах ориентации	4
4	3	Наблюдение и оценка навигационных параметров в интегрированной навигационной системе	4
5	4	Фильтрация навигационных параметров на аналитических траекториях при сосредоточенном приеме спутниковых измерений	6
6	4	Комплексное решение навигационной задачи в режиме тесной интеграции	4
7	4	Комплексное решение параметрической идентификации моделей траекторий в режиме тесной интеграции	6

## 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
Выполнение практических заданий	1. Теоретические основы тесной интеграции инерциально-спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 1, с. 31-44; глава 2, с. 45-72; глава 3, с. 73-87; глава 5, с. 188-198. 2. Емельянцева, Г. И. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации : учебно-методическое пособие - глава 2, с. 6-25. 3. Красильников, М. Н. Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов : учебное пособие - глава 6, с. 266-297. 4. Микрин, Е. А. Ориентация, выведение, сближение и спуск космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 2, с. 33 - 132. 5. Микрин, Е. А. Навигация космических аппаратов по измерениям от глобальных	10	64

	спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 8, с. 251-265.		
Подготовка к зачету	1. Теоретические основы тесной интеграции инерциально-спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 1, с. 13-30. 2. Микрин, Е. А. Ориентация, выведение, сближение и спуск космических аппаратов по измерениям от глобальных спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 2, с. 81 - 88.	10	7,75

## 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-мestr	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	Обучающийся получает индивидуальное задание и приступает к его выполнению. Обучающийся подготавливает отчет об этапах выполненной работы и представляет его на проверку преподавателю. Преподаватель 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 преподавателю. Преподаватель проверяет	зачет

						<p>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>	
3	10	Промежуточная аттестация	Зачетная работа	-	5	<p>На зачетной работе обучающийся защищает отчет в устной форме.</p> <p>Обучающемуся задается 2 вопроса, которые позволяют оценить сформированность компетенций.</p> <p>Ответы оцениваются по пятибалльной системе:</p> <p>5 баллов за исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.</p> <p>4 балла за правильные, но не развернутые ответы на задаваемые вопросы.</p> <p>3 балла за ответы на задаваемые вопросы с упущениями и неточностями.</p> <p>2 балла за ответы на задаваемые вопросы с ошибками.</p> <p>1 балл за ответы на задаваемые вопросы с грубыми ошибками.</p> <p>0 баллов за недостаточный уровень понимания материала.</p>	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>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.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3

ПК-1	Знает: методы и алгоритмы комплексирования навигационных систем	+	+
ПК-1	Умеет: комплексировать навигационные системы для управления летательными аппаратами		+
ПК-1	Имеет практический опыт: комплексирования навигационных систем внешних ориентиров в системах управления летательными аппаратами		+

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. 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-
3. Мехатроника, автоматизация, управление теорет. и приклад. науч.-техн. журн. Изд-во "Машиностроение" журнал. - М., 2002-

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Интегрированные системы навигации и управления движением летательных аппаратов" (для СРС) (в локальной сети кафедры)
2. Методические указания по освоению дисциплины "Интегрированные системы навигации и управления движением летательных аппаратов" (в локальной сети кафедры)

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания по освоению дисциплины "Интегрированные системы навигации и управления движением летательных аппаратов" (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	Теоретические основы тесной интеграции инерциально-спутниковых навигационных систем : учебное пособие / И. Н. Розенберг, С. В. Соколов, В. И. Уманский, В. А. Погорелов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. — 312 с.



			<a href="https://e.lanbook.com/book/143866">https://e.lanbook.com/book/143866</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Емельянцева, Г. И. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации : учебно-методическое пособие / Г. И. Емельянцева, А. П. Степанов, А. А. Медведков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 111 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/136522">https://e.lanbook.com/book/136522</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Красильников, М. Н. Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов : учебное пособие / М. Н. Красильников, Г. Г. Серебряков. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 557 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/2688">https://e.lanbook.com/book/2688</a>
4	Основная 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>
5	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>

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 (36)	ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MATLAB