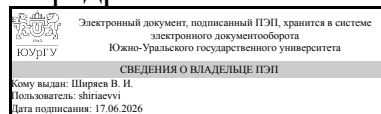


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



В. И. Ширяев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.С0.04 Интегрированные системы навигации и управления движением летательных аппаратов

для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

уровень Специалитет

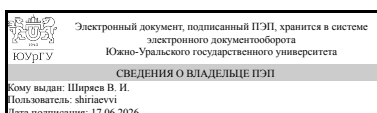
специализация Системы управления движением летательных аппаратов

форма обучения очная

кафедра-разработчик Системы автоматического управления

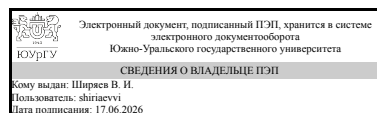
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

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 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
Проектная деятельность, Системы управления летательными аппаратами, Проектирование систем управления летательными аппаратами, Статистическая динамика систем управления, Устройство летательных аппаратов, Фильтрация и идентификация в динамических системах, Оптимальные системы управления, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (6 семестр)	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
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
Системы управления летательными аппаратами	Знает: принципы построения систем управления летательных аппаратов; основные элементы системы управления: датчики, управляющие устройства, исполнительные механизмы Умеет: проводить анализ установившихся и переходных режимов работы системы, ее устойчивости и показателей качества; синтезировать управляющие и корректирующие устройства систем управления Имеет практический опыт: анализа и обработки экспериментальных данных для решения задач управления движением летательных аппаратов
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
Проектная деятельность	Знает: характеристики летательного аппарата как объекта управления, назначение, принцип работы аппаратуры системы управления полетами летательных аппаратов, автоматизированные методы проектирования структуры систем управления летательными аппаратами, способы разработки алгоритмов работы системы управления движением летательных аппаратов Умеет: выполнять расчеты на основе математических моделей систем управления летательными аппаратами, выполнять сравнительный анализ и выбирать компоненты бортовой аппаратуры летательного аппарата, использовать автоматизированные методы проектирования структуры системы управления летательными аппаратами, применять современные методы разработки алгоритмов системы управления полетами летательных аппаратов Имеет практический опыт: применения методик математического моделирования динамических систем, проведения сравнительного анализа и выбора компонентов бортовой аппаратуры летательного аппарата, применения методик проектирования и математического моделирования структуры

	системы управления летательными аппаратами, разработки математических моделей алгоритмов системы управления движением летательных аппаратов
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
Устройство летательных аппаратов	Знает: классификацию деталей и механизмов летательных аппаратов; основные требования к деталям, узлам и механизмам летательных аппаратов; общие принципы и правила конструирования деталей и узлов механизмов летательных аппаратов, инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей Умеет: обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники; проводить конструирование деталей и узлов механизмов летательных аппаратов с использованием системного подхода, решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности Имеет практический опыт: расчета параметров деталей и узлов механизмов летательных аппаратов; разработки рабочих и сборочных чертежей деталей и узлов механизмов летательных аппаратов, управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки
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
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (6 семестр)	Знает: методическую, нормативно-техническую документацию, необходимую для определения структуры системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов Умеет: обосновывать и описывать структуру системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов Имеет практический опыт: анализа структуры системы управления

	полетами ракет-носителей и космических аппаратов
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,5 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>	53,5	53,5
Подготовка к диф. зачету	7,5	7,5
Выполнение практических заданий	46	46
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.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	14	10	4	0
3	Интеграция бесплатформенной инерциальной навигационной системы и спутниковой навигационной системы	14	10	4	0
4	Алгоритмы тесной интеграции инерциально-спутниковых систем на аналитических траекториях	14	6	8	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 сосредоточенном приеме спутниковых измерений	2
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	2
2	2	Математические модели стохастических наблюдателей параметров состояния бесплатформенной инерциальной навигационной системы	2
3	3	Модели спутниковых измерений в различных параметрах ориентации	2
4	3	Наблюдение и оценка навигационных параметров в интегрированной навигационной системе	2
5	4	Фильтрация навигационных параметров на аналитических траекториях при сосредоточенном приеме спутниковых измерений	4
6	4	Комплексное решение навигационной задачи в режиме тесной интеграции	2
7	4	Комплексное решение параметрической идентификации моделей траекторий в режиме тесной интеграции	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 диф. 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	10	7,5

	- глава 2, с. 81 - 88.		
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. Емельянцев, 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 спутниковых навигационных систем : учебное пособие - глава 8, с. 251-265.	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	Учитывается в ПА
1	10	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 1	0,25	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	дифференцированный зачет

						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.	
2	10	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 2	0,25	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.	дифференцированный зачет

3	10	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 3	0,25	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.	дифференцированный зачет
4	10	Текущий контроль	Выполнение индивидуального задания, часть 4	0,25	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,	дифференцированный зачет

						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.	
5	10	Промежуточная аттестация	Зачетная работа	-	5	На зачетной работе обучающийся защищает отчет в устной форме. 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.	дифференцированный зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	На диф. зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	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.	
--	---	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
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" (в локальной сети кафедры)
2. Методические указания по освоению дисциплины "Интегрированные системы навигации и управления движением летательных аппаратов" (для СРС) (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	ЭБС 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. https://e.lanbook.com/book/143866
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Емельянцев, Г. И. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации : учебно-методическое пособие / Г. И. Емельянцев, А. П. Степанов, А. А. Медведков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 111 с. https://e.lanbook.com/book/136522
3	Основная литература	ЭБС 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. https://e.lanbook.com/book/2688
4	Основная литература	ЭБС 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
5	Дополнительная литература	ЭБС 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

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