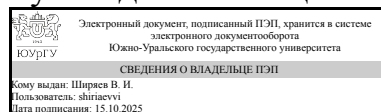


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности



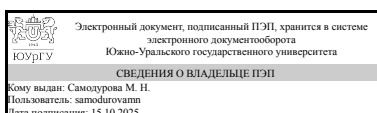
В. И. Ширяев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.41 Высокоточные системы навигации летательных аппаратов
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

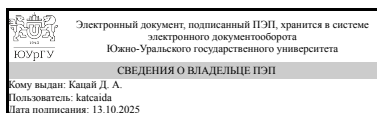
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

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



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



Д. А. Кацай

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: сформировать у студентов систематизированные знания о принципах построения, функционирования. Задачи дисциплины: - Основы навигации и управления ЛА; - Методы искусственного интеллекта (ИИ) в навигации и управлении; - Синтез систем и перспективные технологии.

Краткое содержание дисциплины

Введение в проблематику высокоточной навигации. Основы динамики полета и задачи управления. Традиционные сенсоры (датчики) для навигации. Классические методы оценки состояния и фильтрации. Введение в ИИ для задач управления ЛА. Интеллектуальное адаптивное и робастное управление. Обработка нечетких и противоречивых данных. Принятие решений и планирование траекторий с помощью ИИ. Синтез гибридных навигационных систем с ИИ. Навигация в условиях ограничений и противодействия. Координация групп ЛА (роев). Сенсоры следующего поколения и тенденции. Обобщение и разбор сквозного примера. Перспективы и вызовы.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-6 Способен осуществлять критический анализ научных достижений, а также использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области систем управления летательными аппаратами	Знает: состав и структуру высокоточных систем навигации летательных аппаратов Умеет: решать профессиональные задачи с использованием высокоточных систем навигации летательных аппаратов Имеет практический опыт: применения высокоточных систем навигации в составе летательных аппаратов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.24 Теория автоматического управления, 1.О.40 Радиотехнические системы летательных аппаратов	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.40 Радиотехнические системы летательных аппаратов	Знает: состав и структуру радиотехнических систем летательных аппаратов Умеет: решать профессиональные задачи с использованием радиотехнических систем летательных аппаратов Имеет практический опыт: применения

	радиотехнических систем в составе летательных аппаратов
1.О.24 Теория автоматического управления	Знает: суть системного подхода, положения теории автоматического управления, методы проектирования систем управления Умеет: анализировать работу систем управления подвижных аппаратов различного назначения, формулировать цели и задачи проектирования, определять критерии и показатели проектирования; определять компромиссные решения в условиях многокритериальности Имеет практический опыт: создания математических моделей движения подвижных аппаратов различного назначения, проектирования систем управления летательными и подвижными аппаратами различного назначения как объектов ориентации, стабилизации и навигации с использованием компьютерных технологий

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
КМ2 Синтез и анализ фильтра Калмана для интегрированной системы INS/GNSS	10	10
КМ1 Анализ данных инерциальной навигационной системы (ИНС)	3,75	3.75
КМ3 Компенсация ошибок ИНС	10	10
КМ№4 Разработка системы интеллектуального управления	10	10
КМ6 Комплексный проект: "Автономная миссия ЛА"	10	10
КМ5 Планирование оптимальной траектории	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам
---	----------------------------------	-----------------------------------

раздела		в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы навигации и управления ЛА	14	8	6	0
2	Методы искусственного интеллекта в навигации и управлении	18	12	6	0
3	Синтез систем и перспективные технологии	16	12	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в проблематику высокоточной навигации	2
2	1	Основы динамики полета и задачи управления	2
3	1	Традиционные сенсоры (датчики) для навигации	2
4	1	Классические методы оценки состояния и фильтрации	2
5	2	Введение в ИИ для задач управления ЛА	2
6	2	Нейронные сети в задачах навигации. Часть 1	2
7	2	Нейронные сети в задачах навигации. Часть 2	2
8	2	Интеллектуальное адаптивное и робастное управление	2
9	2	Обработка нечетких и противоречивых данных	2
10	2	Принятие решений и планирование траекторий с помощью ИИ	2
11	3	Синтез гибридных навигационных систем с ИИ	2
12	3	Навигация в условиях ограничений и противодействия	2
13	3	Координация групп ЛА (роев)	2
14	3	Сенсоры следующего поколения и тенденции	2
15	3	Обобщение и разбор сквозного примера	2
16	3	Перспективы высокоточной навигации	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Работа с данными инерциальных и спутниковых датчиков	2
2	1	Реализация классического фильтра Калмана для интегрированной системы INS/GPS	2
3	1	Анализ точности и источников ошибок на реальных данных	2
4	2	Нейросетевая компенсация ошибок БИНС	2
5	2	Проектирование нейро-нечеткого контроллера для стабилизации ЛА	2
6	2	Планирование траектории с использованием алгоритма автономного облета препятствий	2
7	3	Комплексное моделирование полетного задания в симуляторе	2
8	3	Защита отчетов по контрольным мероприятиям	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
КМ2 Синтез и анализ фильтра Калмана для интегрированной системы INS/GNSS	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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136522 (дата обращения: 10.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	10
КМ1 Анализ данных инерциальной навигационной системы (ИНС)	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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136522 (дата обращения: 10.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	3,75
КМ3 Компенсация ошибок ИНС	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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136522 (дата обращения: 10.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	10
КМ№4 Разработка системы интеллектуального управления	Лежанкин, Б.В. Управление траекторией полета беспилотного летательного аппарата при различной конфигурации источников навигационной информации / Б. В. Лежанкин, В. В. Ерохин, Н. П. Малисов // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. — 2024. — № 1. — С. 113-127. — ISSN 2312-1327. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/352184 (дата обращения: 10.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	10
КМ6 Комплексный проект: "Автономная миссия ЛА"	Современные и перспективные информационные ГНСС технологии в задачах высокоточной навигации: монография / В.А. Бартенев, А.К. Гречкосеев, Д.А. Козорез, М.Н.	10	10

	Красильщиков ; под редакцией В.А. Бартенева, М.Н. Красильщикова. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 192 с. https://e.lanbook.com/book/91173		
КМ5 Планирование оптимальной траектории	Лежанкин, Б.В. Управление траекторией полета беспилотного летательного аппарата при различной конфигурации источников навигационной информации / Б. В. Лежанкин, В. В. Ерохин, Н. П. Малисов // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. — 2024. — № 1. — С. 113-127. — ISSN 2312-1327. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/352184 (дата обращения: 10.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	10

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	КМ1 Анализ данных инерциальной навигационной системы (ИНС)	1	1	Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется, если студент знает базовые определения и понятия дисциплины; объясняет фундаментальные принципы и законы; решает типовую задачу; отвечает на дополнительные (уточняющие) вопросы, демонстрируя, что знания не являются заученными наизусть, а поняты. Оценка «НЕЗАЧТЕНО» выставляется, если студент не знает основных определений и понятий курса; не может объяснить фундаментальные физические или технические принципы; не справляется с решением типовой задачи даже после наводящих вопросов преподавателя; не демонстрирует минимально необходимого уровня понимания предмета; отказывается отвечать на вопросы билета/задания.	зачет
2	10	Текущий	КМ2 Синтез и	1	1	Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется,	зачет

		контроль	анализ фильтра Калмана для интегрированной системы INS/GNSS			если студент знает базовые определения и понятия дисциплины; объясняет фундаментальные принципы и законы; решает типовую задачу; отвечает на дополнительные (уточняющие) вопросы, демонстрируя, что знания не являются заученными наизусть, а поняты. Оценка «НЕЗАЧТЕНО» выставляется, если студент не знает основных определений и понятий курса; не может объяснить фундаментальные физические или технические принципы; не справляется с решением типовой задачи даже после наводящих вопросов преподавателя; не демонстрирует минимально необходимого уровня понимания предмета; отказывается отвечать на вопросы билета/задания.	
3	10	Текущий контроль	КМ3 Компенсация ошибок ИНС	1	1	Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется, если студент знает базовые определения и понятия дисциплины; объясняет фундаментальные принципы и законы; решает типовую задачу; отвечает на дополнительные (уточняющие) вопросы, демонстрируя, что знания не являются заученными наизусть, а поняты. Оценка «НЕЗАЧТЕНО» выставляется, если студент не знает основных определений и понятий курса; не может объяснить фундаментальные физические или технические принципы; не справляется с решением типовой задачи даже после наводящих вопросов преподавателя; не демонстрирует минимально необходимого уровня понимания предмета; отказывается отвечать на вопросы билета/задания.	зачет
4	10	Текущий контроль	КМ4 Разработка системы интеллектуального управления	1	1	Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется, если студент знает базовые определения и понятия дисциплины; объясняет фундаментальные принципы и законы; решает типовую задачу; отвечает на дополнительные (уточняющие) вопросы, демонстрируя, что знания не являются заученными наизусть, а поняты. Оценка «НЕЗАЧТЕНО» выставляется, если студент не знает основных определений и понятий курса; не может объяснить фундаментальные физические или технические принципы; не справляется с решением	зачет

						типовой задачи даже после наводящих вопросов преподавателя; не демонстрирует минимально необходимого уровня понимания предмета; отказывается отвечать на вопросы билета/задания.	
5	10	Текущий контроль	КМ5 Планирование оптимальной траектории	1	1	Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется, если студент знает базовые определения и понятия дисциплины; объясняет фундаментальные принципы и законы; решает типовую задачу; отвечает на дополнительные (уточняющие) вопросы, демонстрируя, что знания не являются заученными наизусть, а поняты. Оценка «НЕЗАЧТЕНО» выставляется, если студент не знает основных определений и понятий курса; не может объяснить фундаментальные физические или технические принципы; не справляется с решением типовой задачи даже после наводящих вопросов преподавателя; не демонстрирует минимально необходимого уровня понимания предмета; отказывается отвечать на вопросы билета/задания.	зачет
6	10	Промежуточная аттестация	Зачетная работа (КМ6 Комплексный проект: "Автономная миссия ЛА")	-	1	Оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется, если студент знает базовые определения и понятия дисциплины; объясняет фундаментальные принципы и законы; решает типовую задачу; отвечает на дополнительные (уточняющие) вопросы, демонстрируя, что знания не являются заученными наизусть, а поняты. Оценка «НЕЗАЧТЕНО» выставляется, если студент не знает основных определений и понятий курса; не может объяснить фундаментальные физические или технические принципы; не справляется с решением типовой задачи даже после наводящих вопросов преподавателя; не демонстрирует минимально необходимого уровня понимания предмета; отказывается отвечать на вопросы билета/задания.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в устной форме по зачетной работе. При	В соответствии с

	оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Студенту задается 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций.	пп. 2.5, 2.6 Положения
--	---	---------------------------

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ					
		1	2	3	4	5	6
ОПК-6	Знает: состав и структуру высокоточных систем навигации летательных аппаратов	+			+		+
ОПК-6	Умеет: решать профессиональные задачи с использованием высокоточных систем навигации летательных аппаратов		+			+	+
ОПК-6	Имеет практический опыт: применения высокоточных систем навигации в составе летательных аппаратов			+			+

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:

- Ишлинский, А. Ю. Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация А. Ю. Ишлинский; Акад. наук СССР, Отд-ние механики и процессов упр. - М.: Наука, 1976. - 672 с.

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

- Кацай Д.А. Методические указания по выполнению контрольных мероприятий по дисциплине "Высокоточные системы навигации летательных аппаратов"

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

- Кацай Д.А. Методические указания по выполнению контрольных мероприятий по дисциплине "Высокоточные системы навигации летательных аппаратов"

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства	Матвеев, В. В. Бескарданные системы ориентации и навигации : учебное пособие / В. В. Матвеев. — Тула : ТулГУ,

		Лань	2023. — 138 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/427280 (дата обращения: 02.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей
2	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Лежанкин, Б.В. Управление траекторией полета беспилотного летательного аппарата при различной конфигурации источников навигационной информации / Б. В. Лежанкин, В. В. Ерохин, Н. П. Малисов // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. — 2024. — № 1. — С. 113-127. — ISSN 2312-1327. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/352184 (дата обращения: 10.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Соколов, С. В. Стохастическая оценка, управление и идентификация в высокоточных навигационных системах /С. В. Соколов, В. А. Погорелов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 264 с. https://e.lanbook.com/book/91162
4	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Современные и перспективные информационные ГНССтехнологии в задачах высокоточной навигации: монография / В.А. Бартенев, А.К. Гречкосеев, Д.А. Козорез, М.Н. Красильщиков ; под редакцией В.А. Бартенева, М.Н. Красильщикова. — Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 192 с. https://e.lanbook.com/book/91173
5	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Емельянцеv, Г. И. Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации : учебно-методическое пособие / Г. И. Емельянцеv, А. П. Степанов, А. А. Медведков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2018. — 111 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/136522 (дата обращения: 10.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
4. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	529 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Практические занятия и семинары	529 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.

Экзамен	538 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Контроль самостоятельной работы	538 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Самостоятельная работа студента	538 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.