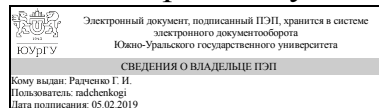


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук



Г. И. Радченко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА к ОП ВО от 28.06.2017 №007-03-1548

**дисциплины** ДВ.1.05.02 Бесплатформенные навигационные системы: проектное обучение

**для специальности** 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

**уровень** специалист **тип программы** Специалитет

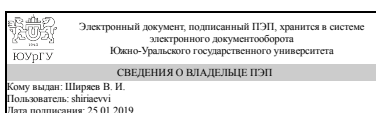
**специализация** Системы управления движением летательных аппаратов

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Системы автоматического управления

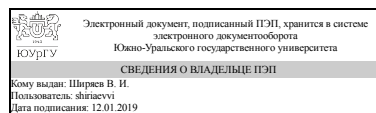
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым приказом Минобрнауки от 11.08.2016 № 1032

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: изучение теоретических основ и принципов построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. Задачи: - анализ параметров ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; - анализ влияния погрешностей чувствительных элементов на ошибки определения параметров движения летательного аппарата. - комплексирование систем навигации.

## Краткое содержание дисциплины

Принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем. Инерциальные чувствительные элементы. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) с акселерометрами и датчиками угловой скорости. Модель ошибок БИНС. Принципы построения комплексных систем навигации.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                               | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости          | Знать: теоретические основы и принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Уметь: анализировать параметры ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; влияние погрешностей чувствительных элементов на ошибки определения параметров движения летательного аппарата; определять требования к параметрам чувствительных элементов |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Владеть: методикой уменьшения погрешностей определения параметров движения летательного аппарата..                                                                                                                                                                                      |
| ПК-9 способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты управляющих, навигационных и электроэнергетических комплексов летательных аппаратов с использованием математического моделирования и средств автоматизации проектирования | Знать: теоретические основы и принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Уметь: анализировать параметры ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; влияние погрешностей чувствительных элементов на ошибки определения параметров движения летательного аппарата; определять требования к параметрам чувствительных элементов |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Владеть: методикой уменьшения погрешностей определения параметров движения летательного аппарата..                                                                                                                                                                                      |
| ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования          | Знать: теоретические основы и принципы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем.                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                   | Уметь: анализировать параметры ориентации при построении бесплатформенных инерциальных навигационных систем; влияние погрешностей чувствительных элементов на ошибки                                                                                                                    |

|  |                                                                                                                     |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | определения параметров движения летательного аппарата; определять требования к параметрам чувствительных элементов. |
|  | Владеть: методикой уменьшения погрешностей определения параметров движения летательного аппарата..                  |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| В.1.07 Теория гироскопических приборов                        | Не предусмотрены                            |

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

| Дисциплина                             | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| В.1.07 Теория гироскопических приборов | Знать: теорию трехстепенного и двухстепенного гироскопов, принципы работы гироскопических приборов. Уметь: составлять уравнения движения гироскопических приборов; анализировать динамические, методические и инструментальные погрешности; выполнять теоретические и лабораторные исследования динамики трехстепенного гироскопа и анализ полученных результатов. Владеть: методикой составления уравнений движений приборов; навыками использования специального программного обеспечения. |

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

| Вид учебной работы                                 | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                    |             | Номер семестра                     |
|                                                    |             | 8                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                      | 108         | 108                                |
| <i>Контактная работа:</i>                          | 48          | 48                                 |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                | 60          | 60                                 |
| Выполнение курсового проекта                       | 60          | 60                                 |
| Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | -           | зачет, КП                          |

### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины               | Объем аудиторных занятий по видам в часах |
|-----------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1         | Изучение принципов построения бесплатформенных | 4                                         |

|   |                                                                                                             |    |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   | инерциальных навигационных систем.                                                                          |    |
| 2 | Обзор и анализ существующих инерциальных чувствительных элементов.                                          | 2  |
| 3 | Изучение бесплатформенных инерциальных навигационных систем с акселерометрами и датчиками угловой скорости. | 20 |
| 4 | Исследование модели ошибок БИНС.                                                                            | 10 |
| 5 | Изучение принципов построения комплексных систем навигации космических аппаратов для автономного полета.    | 12 |

### 5.1. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                  |                                                              |              |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------|
| Вид работы и содержание задания | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)      | Кол-во часов |
| Выполнение курсового проекта    | Методические пособия для самостоятельной работы студента - 1 | 60           |

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

| Инновационные формы учебных занятий | Краткое описание                                                                                                     | Кол-во ауд. часов |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Мультимедийный учебный процесс      | Презентация материалов отечественных и иностранных производителей бесплатформенных инерциальных навигационных систем | 4                 |

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

| Контролируемая компетенция ЗУНы                                                                                                                                                                                                          | Вид контроля (включая текущий) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования | курсовой проект                |
| ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости | курсовой проект                |
| ПК-9 способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты управляющих, навигационных и электроэнергетических комплексов летательных                                                                                        | курсовой проект                |

|                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| аппаратов с использованием математического моделирования и средств автоматизации проектирования                                                                                                                                                   |       |
| ПСК-9.2 способностью формировать облик бортовых вычислительных комплексов систем управления движением летательных аппаратов, включая разработку их архитектуры, математических моделей и алгоритмов, необходимых для их функционирования          | зачет |
| ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости          | зачет |
| ПК-9 способностью разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты управляющих, навигационных и электроэнергетических комплексов летательных аппаратов с использованием математического моделирования и средств автоматизации проектирования | зачет |

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

| Вид контроля    | Процедуры проведения и оценивания                                                                                                                                                                                                                       | Критерии оценивания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| зачет           | Каждому студенту выдаётся билет, содержащий 4 вопроса по пройденному материалу, на которые студент должен устно ответить                                                                                                                                | Зачтено: правильные ответы на четыре вопроса билета.<br>Не зачтено: ответы на вопросы неубедительны                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| курсовой проект | Задание на курсовой проект выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает преподавателю пояснительную записку на проверку. Преподаватель проверяет пояснительную записку и чертежи и допускает студента к защите. | Отлично: выставляется за курсовой проект, который полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы.<br>Хорошо: выставляется за курсовой проект, который полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор практической деятельности, последовательное изложение материала с соответствующими выводами, однако с не вполне обоснованными положениями. При его защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы.<br>Удовлетворительно: выставляется за курсовой проект, который не полностью соответствует техническому заданию, пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены необоснованные положения. При его защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>вопросы.</p> <p>Неудовлетворительно: выставляется за курсовой проект, который не соответствует техническому заданию, пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В проекте нет выводов либо они носят декларативный характер. При защите курсового проекта студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по теме, при ответе допускает существенные ошибки.</p> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вопросы для проведения зачёта.docx

Темы курсовых проектов.docx

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

Не предусмотрена

#### б) дополнительная литература:

1. Щипицын, А. Г. Инерциальные навигационные системы: анализ функционирования и точности Учеб. пособие Юж.-Урал. гос. ун-т; Каф. Приборостроение. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1998. - 114,[2] с. ил.
2. Щипицын, А. Г. Математическое и алгоритмическое обеспечение процедуры калибровки инерциальных навигационных систем Текст учеб. пособие А. Г. Щипицын ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Системы упр.; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 162, [1] с. ил.
3. Щипицын, А. Г. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы Учеб. пособие Челяб. гос. техн. ун-т, Каф. Гироскоп. приборы и устройства; ЧГТУ. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1993. - 107 с. ил.
4. Помыкаев, И. И. Навигационные приборы и системы [Текст] учеб. пособие И. И. Помыкаев, В. П. Селезнев, Л. А. Дмитроченко ; под ред. И. И. Помыкаева. - М.: Машиностроение, 1983. - 456 с.

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

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

1. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: учебное пособие / В.В.Матвеев, В.Я.Распопов / Под общ. ред. д.т.н. В. Я. Распопова. - СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. - 280 с.

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

2. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем: учебное пособие / В.В.Матвеев, В.Я.Распопов / Под общ. ред. д.т.н. В. Я. Распопова. - СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ

## Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование разработки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Наименование ресурса в электронной форме          | Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ) |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | Степанов, О.А. Методы обработки навигационной измерительной информации [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.А. Степанов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 196 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/110420">https://e.lanbook.com/book/110420</a> . — Загл. с экрана.                         | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный                                                       |
| 2 | Основная литература       | Пролетарский, А.В. Алгоритмы коррекции навигационных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Пролетарский, К.А. Неусыпин, И.А. Кузнецов. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 67 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/62072">https://e.lanbook.com/book/62072</a> . — Загл. с экрана. | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный                                                       |
| 3 | Основная литература       | Соколов, С.В. Стохастическая оценка, управление и идентификация в высокоточных навигационных системах [Электронный ресурс] / С.В. Соколов, В.А. Погорелов. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2016. — 264 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/91162">https://e.lanbook.com/book/91162</a> . — Загл. с экрана.       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный                                                       |
| 4 | Дополнительная литература | Красильников, М.Н. Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.Н. Красильников, Г.Г. Серебряков. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2009. — 557 с.                                                                       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный                                                       |
| 5 | Дополнительная литература | Слив, Э.И. Прикладная теория инерциальной навигации. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2002. — 132 с.                                                                                                                                                                                                | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Интернет / Авторизованный                                                       |

## **9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса**

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| № ауд.      | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 646<br>(36) | 1 демонстрационный комплекс: 1 компьютер, 1 проектор, 1 экран, 1 документ-камера                                                                 |
| 629<br>(36) | ЭВМ с системой "Персональный виртуальный компьютер" (ЮУрГУ) для доступа к MATLAB                                                                 |