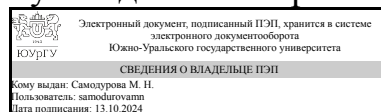


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



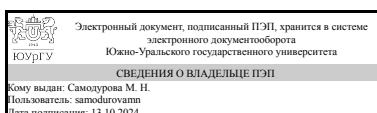
М. Н. Самодурова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.09 Основы теории БПЛА  
для направления 24.03.02 Системы управления движением и навигация  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

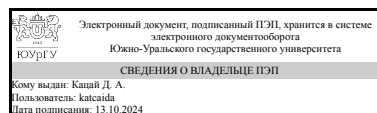
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 72

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

### Краткое содержание дисциплины

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Разработка и производство приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов | Знает: как осуществляется разработка и производство приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов<br>Умеет: применять принципы разработки и производства приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов<br>Имеет практический опыт: как осуществляется разработка и производство приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                         |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | 1.Ф.05 Основы технического зрения,<br>1.Ф.12 Комплексная спутниковая навигация БПЛА |

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

Нет

## 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                     |
|                                                                            |             | 4                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| Аудиторные занятия:                                                        | 48          | 48                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 32          | 32                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| Самостоятельная работа (СРС)                                               | 53,75       | 53,75                              |

|                                                                                                      |       |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| Разработка программы моделирования матриц вращения и систем координат.                               | 9     | 9     |
| Разработка программа навигации по акселерометрам и датчикам угловой скорости                         | 18,75 | 18.75 |
| Разработка программы моделирования БПЛА как динамической системы                                     | 9     | 9     |
| Разработка программы моделирования БПЛА в условиях гравитационных и аэродинамических сил и моментов. | 17    | 17    |
| 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         | Системы координат                | 12                                        | 8 | 4  | 0  |
| 2         | Кинематика и динамика            | 12                                        | 8 | 4  | 0  |
| 3         | Силы и моменты сил               | 12                                        | 8 | 4  | 0  |
| 4         | Датчики                          | 12                                        | 8 | 4  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                 | Кол-во часов |
|----------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Матрицы вращения и системы координат                                                    | 4            |
| 2        | 1         | Воздушная скорость, скорость ветра и скорость относительно Земли. Ветровой треугольник. | 4            |
| 3        | 2         | Переменные состояния. Кинематика.                                                       | 4            |
| 4        | 2         | Динамика неизменяемых систем                                                            | 4            |
| 5        | 3         | Гравитационные силы. Аэродинамические силы и моменты.                                   | 4            |
| 6        | 3         | Движущие силы и моменты. Атмосферные возмущения.                                        | 4            |
| 7        | 4         | Акселерометры. Датчики угловой скорости.                                                | 4            |
| 8        | 4         | Датчики давления. Цифровые компасы. Система глобального позиционирования.               | 4            |

### 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                            | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Программирование матриц вращения и систем координат.                                                                           | 2            |
| 2         | 1         | Программное моделирование скорости ветра, воздушной скорости и скорости относительно Земли беспилотного летательного аппарата. | 2            |
| 3         | 2         | Программная модель БПЛА с использованием переменных состояния.                                                                 | 2            |
| 4         | 2         | Моделирование динамики БПЛА с управлением.                                                                                     | 2            |
| 5         | 3         | Программное управление БПЛА в условиях гравитационных и аэродинамических сил и моментов.                                       | 2            |
| 6         | 3         | Программное управление БПЛА в условиях атмосферных возмущений.                                                                 | 2            |
| 7         | 4         | Программа навигации по акселерометрам и датчикам угловой скорости.                                                             | 2            |
| 8         | 4         | Коррекция навигационных параметров по датчику давления, цифровому                                                              | 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 |
| Разработка программы моделирования матриц вращения и систем координат.                               | Биард, Р. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. — Москва : Техносфера, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-94836-393-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/76159">https://e.lanbook.com/book/76159</a> (Глава 2, с.22-32)   | 4       | 9            |
| Разработка программа навигации по акселерометрам и датчикам угловой скорости                         | Биард, Р. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. — Москва : Техносфера, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-94836-393-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/76159">https://e.lanbook.com/book/76159</a> (Глава 7, с.133-153) | 4       | 18,75        |
| Разработка программы моделирования БПЛА как динамической системы                                     | Биард, Р. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. — Москва : Техносфера, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-94836-393-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/76159">https://e.lanbook.com/book/76159</a> (Глава 3, с.41-48)   | 4       | 9            |
| Разработка программы моделирования БПЛА в условиях гравитационных и аэродинамических сил и моментов. | Биард, Р. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. — Москва : Техносфера, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-94836-393-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/76159">https://e.lanbook.com/book/76159</a> (Глава 4, с.51-64)   | 4       | 17           |

## 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)

| №<br>КМ | Се-<br>местр | Вид<br>контроля     | Название<br>контрольного<br>мероприятия                                                | Вес | Макс.<br>балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Учи-<br>тыва-<br>ется<br>в ПА |
|---------|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1       | 4            | Текущий<br>контроль | КМ1 Разработка<br>программы<br>моделирования<br>матриц вращения и<br>систем координат. | 1   | 10            | <p>10 баллов за успешное узнавание, распознавание и различение понятий, анализ выполняемых действий, умение разбираться в сущности изучаемых практических действий с чётко обозначенными правилами, применение знания в аналогичных и нестандартных сценариях заданий.</p> <p>Остальные критерии формируются относительно предыдущего критерия с более высоким баллом.</p> <p>9 баллов из-за неумения применения знания в нестандартных сценариях заданий.</p> <p>8 баллов из-за неумения применение знания в аналогичных сценариях заданий.</p> <p>7 баллов из-за неумения выполнения действий с чётко обозначенными правилами.</p> <p>6 баллов из-за неумения разбираться в сущности изучаемых практических действий.</p> <p>5 баллов из-за неумения проведения анализа выполняемых действий.</p> <p>4 балла из-за отсутствия понимания выполняемых действий.</p> <p>3 балла из-за отсутствия различения понятий.</p> <p>2 балла из-за отсутствия распознавания понятий.</p> <p>1 балл из-за отсутствия узнавания понятий.</p> <p>0 баллов - нет правильных ответов на вопросы.</p> | зачет                         |
| 2       | 4            | Текущий<br>контроль | КМ2 Разработка<br>программы<br>моделирования<br>БПЛА как<br>динамической<br>системы    | 1   | 5             | <p>10 баллов за успешное узнавание, распознавание и различение понятий, анализ выполняемых действий, умение разбираться в сущности изучаемых практических действий с чётко обозначенными правилами, применение знания в аналогичных и нестандартных сценариях заданий.</p> <p>Остальные критерии формируются относительно предыдущего критерия с более высоким баллом.</p> <p>9 баллов из-за неумения применения знания в нестандартных сценариях заданий.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | зачет                         |

|   |   |                  |                                                                                                          |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |
|---|---|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                                                                                                          |   | <p>8 баллов из-за неумения применение знания в аналогичных сценариях заданий.</p> <p>7 баллов из-за неумения выполнения действий с чётко обозначенными правилами.</p> <p>6 баллов из-за неумения разбираться в сущности изучаемых практических действий.</p> <p>5 баллов из-за неумения проведения анализа выполняемых действий.</p> <p>4 балла из-за отсутствия понимания выполняемых действий.</p> <p>3 балла из-за отсутствия различения понятий.</p> <p>2 балла из-за отсутствия распознавания понятий.</p> <p>1 балл из-за отсутствия узнавания понятий.</p> <p>0 баллов - нет правильных ответов на вопросы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
| 3 | 4 | Текущий контроль | КМЗ Разработка программы моделирования БПЛА в условиях гравитационных и аэродинамических сил и моментов. | 1 | 10 <p>10 баллов за успешное узнавание, распознавание и различение понятий, анализ выполняемых действий, умение разбираться в сущности изучаемых практических действий с чётко обозначенными правилами, применение знания в аналогичных и нестандартных сценариях заданий.</p> <p>Остальные критерии формируются относительно предыдущего критерия с более высоким баллом.</p> <p>9 баллов из-за неумения применения знания в нестандартных сценариях заданий.</p> <p>8 баллов из-за неумения применение знания в аналогичных сценариях заданий.</p> <p>7 баллов из-за неумения выполнения действий с чётко обозначенными правилами.</p> <p>6 баллов из-за неумения разбираться в сущности изучаемых практических действий.</p> <p>5 баллов из-за неумения проведения анализа выполняемых действий.</p> <p>4 балла из-за отсутствия понимания выполняемых действий.</p> <p>3 балла из-за отсутствия различения понятий.</p> <p>2 балла из-за отсутствия распознавания понятий.</p> <p>1 балл из-за отсутствия узнавания понятий.</p> <p>0 баллов - нет правильных ответов на</p> | зачет |

|   |   |                          |                                                                                  |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
|---|---|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                          |                                                                                  |   |    | вопросы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
| 4 | 4 | Промежуточная аттестация | КМ4 Разработка программа навигации по акселерометрам и датчикам угловой скорости | - | 10 | <p>10 баллов за успешное узнавание, распознавание и различение понятий, анализ выполняемых действий, умение разбираться в сущности изучаемых практических действий с четко обозначенными правилами, применение знания в аналогичных и нестандартных сценариях заданий.</p> <p>Остальные критерии формируются относительно предыдущего критерия с более высоким баллом.</p> <p>9 баллов из-за неумения применения знания в нестандартных сценариях заданий.</p> <p>8 баллов из-за неумения применение знания в аналогичных сценариях заданий.</p> <p>7 баллов из-за неумения выполнения действий с четко обозначенными правилами.</p> <p>6 баллов из-за неумения разбираться в сущности изучаемых практических действий.</p> <p>5 баллов из-за неумения проведения анализа выполняемых действий.</p> <p>4 балла из-за отсутствия понимания выполняемых действий.</p> <p>3 балла из-за отсутствия различения понятий.</p> <p>2 балла из-за отсутствия распознавания понятий.</p> <p>1 балл из-за отсутствия узнавания понятий.</p> <p>0 баллов - нет правильных ответов на вопросы.</p> | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| зачет                        | <p>Зачет проводится в форме устного опроса. В аудитории, где проводится зачет, должно одновременно присутствовать не более 6 – 8 студентов. Каждому студенту задается по одному вопросу или заданию из каждой темы, выносимой на зачет.</p> <p>При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы из этой темы. Тема считается освоенной, если студент смог ответить на 60% вопросов, заданных по этой теме.</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № |
|-------------|---------------------|---|
|-------------|---------------------|---|

|      |                                                                                                                                           | КМ |   |   |   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|---|
|      |                                                                                                                                           | 1  | 2 | 3 | 4 |
| ПК-1 | Знает: как осуществляется разработка и производство приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов                   | +  |   |   | + |
| ПК-1 | Умеет: применять принципы разработки и производства приборов ориентации, навигации и стабилизации летательных аппаратов                   |    | + |   | + |
| ПК-1 | Имеет практический опыт: как осуществляется разработка и производство приборов ориентации, навигации и стабилизации 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:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Методические указания к дисциплине Программное обеспечение навигации беспилотных систем

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

1. Методические указания к дисциплине Программное обеспечение навигации беспилотных систем

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы                         | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|----------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Методические пособия для преподавателя | 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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/2688">https://e.lanbook.com/book/2688</a> (дата обращения: 09.10.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2 | Основная литература                    | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Биард, Р. У. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Р. У. Биард, Т. У. МакЛэйн. — Москва : Техносфера, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-94836-393-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:                                                                                                                                                                                                                             |

|   |                                                          |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                          |                                                   | <a href="https://e.lanbook.com/book/76159">https://e.lanbook.com/book/76159</a> (дата обращения: 09.10.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3 | Методические пособия для самостоятельной работы студента | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Шаошань, Л. Разработка беспилотных транспортных средств / Л. Шаошань ; научный редактор В. С. Яценков ; перевод с английского П. М. Бомбаковой. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 246 с. — ISBN 978-5-97060-969-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/240956">https://e.lanbook.com/book/240956</a> (дата обращения: 09.10.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Не предусмотрено