

**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
Высшая школа электроники и  
компьютерных наук

\_\_\_\_\_ Г. И. Радченко  
20.07.2017

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**практики**  
**к ОП ВО от 13.11.2017 №007-03-1546**

**Практика** Научно-исследовательская работа  
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами  
**Уровень** специалист **Тип программы**  
**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.  
(ученая степень, ученое звание)

08.07.2017  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

В. И. Ширяев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент  
(ученая степень, ученое звание,  
должность)

08.07.2017  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Г. В. Зырянов

# **1. Общая характеристика**

## **Вид практики**

Учебная

## **Способ проведения**

Стационарная или выездная

## **Тип практики**

практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

## **Форма проведения**

Дискретная

## **Цель практики**

Целью является более глубокое знакомство с конкретными проблемами, возникающими на отдельных этапах разработки и исследования систем управления непилотируемыми ЛА различного назначения (КР, ЗУР, КР) на разных уровнях управления

Знать основные понятия и организационные вопросы проектирования систем автоматического управления летательными аппаратами, основные этапы проектирования систем.

Знать математические модели движения летательного аппарата как объекта управления. Математические модели систем управления типовыми движениями и маневрами летательного аппарата, методы синтеза и анализа САУ.

Знать принципы проектирования систем автоматического управления движением летательных аппаратов.

Уметь практически решать задачи синтеза и анализа систем автоматического управления ЛА.

Владеть навыками расчета основных характеристик ЛА. Проектированием систем управления движением ЛА.

Владеть навыками математического моделирования движения ЛА, анализа переходных процессов углового и траекторного движения.

## **Задачи практики**

Задачи - закрепление базовых сведений теоретического и практического характера по изучаемым ранее учебным дисциплинам применительно к тематике индивидуальных заданий; приобретение опыта практического использования математических пакетов и программных средств для расчетов и компьютерного моделирования процессов в контурах управления ЛА верхнего и нижнего уровней (наведения и стабилизации)

Обеспечение становления профессионального научно-исследовательского мышления студентов, умения обрабатывать и интерпретировать полученные экспериментальные и эмпирические данные, владения современными методами исследований; самостоятельное формулирование и решение задач, возникающих в ходе научно-исследовательской деятельности и требующих углубленных профессиональных знаний.

### Краткое содержание практики

Содержание охватывает круг вопросов, связанных с: приобретением навыков самостоятельной исследовательской работы в выбранной области знаний; теоретическими основами анализа и синтеза систем автоматического управления ЛА, их практическим применением для объектов класса воздушных ЛА и космических ЛА.

Знакомство с особенностями организации управления движением ЛА различных классов и назначения; особенностями систем наведения и угловой стабилизации; составление уравнений движения ц.м. и углового движения, с методами их упрощения и линеаризации, знакомство с методами наведения и методами построения кинематических траекторий, моделирование контуров наведения и стабилизации с помощью современных компьютерных средств, исследование качества процессов наведения в линейном (линеаризованном) варианте и при учете типовых нелинейностей и инерционности рулевых органов

### 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате прохождения практики

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения при прохождении практики (ЗУНы)
ОК-8 способностью к письменной и устной деловой коммуникации, к чтению переводу текстов по профессиональной тематике на одном из иностранных языков	Знать: особенности терминологии по профессиональной тематике, связанной с управлением ЛА аэро-космического и специального назначения, методику составления обзоров литературы и рефератов
	Уметь: пользоваться современными методами и средствами информационного поиска
	Владеть: специфической профессиональной терминологией в области проектирования и создания систем автоматического управления движением ЛА
ПК-6 способностью составлять научно-технические отчеты, подготавливать обзоры и публикации по результатам выполненных исследований	Знать: способы осуществления сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбирать методики и средства решения задач
	Уметь: подготавливать обзоры и публикации

	Владеть:современными средствами подготовки и презентации информационных материалов по заданной теме
ПК-14 способностью разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов и программ	Знать:требования, предъявляемые к методическим и нормативным документам
	Уметь:составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований
	Владеть:навыками проведения научных исследований и документирования их результатов
ОК-11 способностью к осуществлению воспитательной и учебной (преподавательской) работы в профессиональной сфере, применению творчества, инициативы и настойчивости в достижении социальных и профессиональных целей	Знать:способы моделирования и решения различных типов задач
	Уметь:самостоятельно формулировать задачи и формулировать методы и пути их решения
	Владеть:методами и приемами обсуждения получаемых результатов в профессиональной среде
ПСК-9.1 способностью проектировать системы управления движением летательных аппаратов	Знать:методы математического моделирования движения ЛА
	Уметь:использовать современные аппаратные и программные средства автоматизации проектирования САУ ЛА
	Владеть:методами применения современных аппаратных средств и программных систем (пакетов) при разработке САУ ЛА

### 3. Место практики в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.19 Динамика полета Б.1.20 Системы управления летательными аппаратами	ДВ.1.06.01 Интегрированные системы навигации и управления движением Преддипломная практика (10 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым для прохождения данной практики и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.20 Системы управления летательными аппаратами	Иметь базовые сведения о назначении, структуре и типах систем управления ЛА различного назначения; особенностях и видах их математических моделей, а также о методах их

	теоретического и компьютерного исследования
Б.1.19 Динамика полета	Знать сведения о видах ЛА, методах составления и исследования уравнений движения на различных этапах их полета

#### 4. Время проведения практики

Время проведения практики (номер уч. недели в соответствии с графиком) с 44 по 45

#### 5. Структура практики

Общая трудоемкость практики составляет зачетных единиц 3, часов 108, недель 2.

№ раздела (этапа)	Наименование разделов (этапов) практики	Кол-во часов	Форма текущего контроля
1	Подготовительный: Получение индивидуального задания на НИР, изучение его содержания, требований и подбор литературы	10	Проверка оформления первой части отчета; индивидуальная беседа
2	Основной: Выполнение задач индивидуальных заданий по НИР	88	Проверка оформления второй (основной) части отчета
3	Отчетный	10	Проверка оформления заключительной части отчета, индивидуальная беседа

#### 6. Содержание практики

№ раздела (этапа)	Наименование или краткое содержание вида работ на практике	Кол-во часов
1	Организационное собрание: Цели и задачи НИР: выдача индивидуальных заданий; Вводные сведения и консультация по содержанию задания и по методам и средствам его выполнения	10
2	Выполнение индивидуальных заданий по НИР (Поиск литературы и теоретических сведений по каждой из тем Задания на НИР, касающихся сведений о ЛА атмосферного типа, их математических описаниях (моделях), методах их линеаризации и получение передаточных функциях; поиск сведений о структуре систем управления движением ЛА и о методах наведения, способах оценки точности наведения; о методах компьютерного моделирования и расчета кинематических и динамических траекторий)	88
3	Выполнение заключительных этапов исследования систем самонаведения, подготовка материалов в отчет по НИР и подготовка к зачету (в форме защиты основных результатов)	10

## 7. Формы отчетности по практике

По окончании практики, студент предоставляет на кафедру пакет документов, который включает в себя:

- дневник прохождения практики, включая индивидуальное задание и характеристику работы практиканта организацией;
- отчет о прохождении практики.

Нет

Формы документов утверждены распоряжением заведующего кафедрой от 30.05.2017 №1.

## 8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике

Форма итогового контроля – оценка.

### 8.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов практики	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Вид контроля
Все разделы	ОК-8 способностью к письменной и устной деловой коммуникации, к чтению переводу текстов по профессиональной тематике на одном из иностранных языков	Дифференцированный зачет
Все разделы	ПК-6 способностью составлять научно-технические отчеты, подготавливать обзоры и публикации по результатам выполненных исследований	Дифференцированный зачет
Все разделы	ПК-14 способностью разрабатывать методические и нормативные документы, техническую документацию, а также предложения и мероприятия по реализации разработанных проектов и программ	Дифференцированный зачет
Все разделы	ОК-11 способностью к осуществлению воспитательной и учебной (преподавательской) работы в профессиональной сфере, применению творчества, инициативы и настойчивости в достижении социальных и профессиональных целей	Дифференцированный зачет
Все разделы	ПСК-9.1 способностью проектировать системы управления движением летательных аппаратов	Дифференцированный зачет

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

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Дифференцированный зачет	Защита результатов НИРС, оформленных в виде отчета (в форме устной беседы с преподавателем)	<p>Отлично: Правильные результаты выполнения всех заданий; уверенные и аргументированные ответы на вопросы преподавателя; высокое качество оформления отчета в соответствии с требованиями СТО ЮУрГУ</p> <p>Хорошо: Правильные результаты выполнения не менее 80% заданий; аргументированные ответы на вопросы преподавателя; хорошее качество оформления отчета в соответствии с требованиями СТО ЮУрГУ</p> <p>Удовлетворительно: Правильные результаты выполнения не менее 60% заданий; неуверенные, но верные ответы на половину вопросов преподавателя; среднее качество оформления отчета</p> <p>Неудовлетворительно: Правильные результаты выполнения менее 50% заданий; неуверенные, путанные ответы на половину вопросов преподавателя; плохое качество оформления отчета</p>

### 8.3. Примерный перечень индивидуальных заданий

#### Задание №1

Моделирование звена «управляемый объект-автопилот».

Цель работы: исследование процесса управления крестокрылым управляемым объектом.

Задачи исследований:

1. Рассчитать коэффициенты передаточной функции управляемого объекта по заданным в варианте задания исходным данным.
2. Составить модель управляемого объекта в среде MatLab и исследовать поведение объекта при подаче управляющих воздействий.
3. Используя обратные связи, оптимизировать переходный процесс.

#### Задание №2

Моделирование контура управления системы радиотеленавещения (наведение в радиолуче)

Цель работы: исследование характеристик контура наведения и оптимизация параметров с целью достижения максимальной точности.

Задачи исследований:

1. Составить модель контура наведения системы радиотеленавещения (РТН), используя характеристики звена УО-АП, полученные в задании №1.
2. Провести оптимизацию контура по критерию минимизации статической и динамической ошибок.
3. Исследовать флуктуационную ошибку контура наведения.

Задание №2

Тема: Моделирование контура самонаведения при наведении методами погони и прямого наведения

Цель работы: исследование характеристик контура самонаведения и оптимизация параметров с целью достижения максимальной точности.

Задачи исследований:

1. Составить модель контура самонаведения, используя характеристики звена УО-АП, полученные в работе №1.
2. Провести оптимизацию контура по критерию минимизации промаха.
3. Исследовать характеристики контура при различных ракурсах пуска.

Задание №3

Моделирование контура самонаведения при наведении методом пропорциональной навигации

Цель работы: исследование характеристик контура самонаведения и оптимизация параметров с целью достижения максимальной точности.

Задачи исследований:

1. Составить модель контура самонаведения, используя характеристики звена УО-АП, полученные в работе №1.
2. Провести оптимизацию контура по критерию минимизации промаха.
3. Исследовать поведение УО при различных ракурсах пуска и маневрах цели.

Задание №4

Тема: Моделирование и исследование траекторий наведения крылатых ЛА

Цель исследования: построение траекторий наведения ЛА в соответствии с начальными условиями его движения, методом наведения и характером движения цели, анализ полученных результатов.

Дано:

Параметры ЛА:

Параметры цели:

Плотность воздуха .

Методы наведения:

- 1) метод прямого наведения (с нулевым углом пеленга),
- 2) метод погони;

Основными задачами исследования являются:

- - построение траектории наведения ЛА методом прямого наведения и погони,
- - исследование зависимости нормальной перегрузки от выбранного метода,
- - подбор комбинации имеющихся методов, при которой нормальная перегрузка ЛА находится в допустимых пределах и минимальна, время поражения минимально.
- - оценка эффективности противоракетных маневров цели,
- - определение области возможных начальных условий пуска ЛА.

Результатами исследования должны быть:

- схему моделирования с указанием всех коэффициентов передаточных функций;



- результаты моделирования по методу погони при  $c = 600$ ;
- графики зависимостей  $r = f(c)$  для методов погони и прямого наведения.

#### Контрольные вопросы

1. Принципы работы систем самонаведения. Разновидности систем самонаведения;
2. Методы наведения для систем самонаведения;
3. Состав контура наведения и назначение основных звеньев;
4. Модель измерительного звена;
5. Модель звена формирования команд для методов погони и прямого наведения;
6. Модель кинематического звена.
7. Особенности поведения УО при исследуемых методах наведения. Сравнение методов.

#### Содержание отчета по НИРС

- 1 Общие сведения о задачах и системах наведения атмосферных БПЛА;
- 2 Краткие сведения о методах наведения БПЛА атмосферного типа;
- 3 Подробные сведения о методах наведения, указанных в варианте Задания;
- 4 Уравнения кинематического звена (КЗ) для исследуемого способа наведения;
- 5 Уравнения и передаточные функции (ПФ) ЛА и автопилота (АП);
- 6 Уравнения и ПФ элементов и устройств контура наведения;
- 7 Схема моделирования контура наведения;
- 8 Результаты компьютерного моделирования контура наведения (по варианту!);
- 9 Выводы по результатам проведенных работ и исследований;
- 10 Список используемых библиографических источников;
- 11 Приложения

### 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение практики

#### Печатная учебно-методическая документация

##### *а) основная литература:*

1. Радиосистемы управления Учеб. для вузов по специальности "Радиоэлектронные системы" В. А. Вейцель, А. С. Волковский, С. А. Волковский и др.; Под ред. В. А. Вейцеля. - М.: Дрофа, 2005. - 415, [1] с.
2. Лебедев, А. А. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов [Текст] учеб. пособие для вузов А. А. Лебедев, Л. С. Чернобровкин ; под ред. А. А. Лебедева. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1973. - 616 с.
3. Чернобровкин, Л. С. Решение задач проектирования летательных аппаратов в режиме диалога с ЭВМ [Текст] Учеб. пособие Моск. авиац. ин-т им. С. Орджоникидзе. - М.: Б. И., 1980. - 80 с.
4. Буренок, В. М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем [Текст] В. М. Буренок, В. Г. Найденов, В. И. Поляков ; Рос. акад. ракет. и артиллер. наук. - М.: Машиностроение, 2011. - 334 с. ил.

##### *б) дополнительная литература:*

1. Чернобровкин, Л. С. Методика проектирования летательных аппаратов при использовании пакетного варианта учебной САПР Учеб. пособие Л. С. Чернобровкин, В. Я. Петраш, Н. В. Денегин; Моск. авиац. ин-т

им. С. Орджоникидзе. - М.: Издательство МАИ, 1985

2. Чернобровкин, Л. С. Прикладные программы учебной системы автоматизированного проектирования летательных аппаратов [Текст] Учеб. пособие Моск. авиац. ин-т им. С. Орджоникидзе. - М.: Б. И., 1980. - 91 с.

3. Боднер, В. А. Теория автоматического управления полетом [Текст] В. А. Боднер. - М.: Наука, 1964. - 698 с. ил.

4. Боднер, В. А. Стабилизация летательных аппаратов и автопилоты Учеб. пособие для авиац. вузов Под ред. В. А. Боднера. - М.: Оборонгиз, 1961. - 508 с. ил.

5. Алексеев, В. М. Оптимальное управление Учеб. для вузов по группе мат. направлений и специальностей В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. - М.: Физматлит, 2005. - 384 с. ил.

*из них методические указания для самостоятельной работы студента:*

1. Методические указания по выполнению научно-исследовательской работы (8 семестр) по специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами»

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Буренок, В. М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем Текст / В. М. Буренок, В. Г. Найденов, В. И. Поляков; Рос. акад. ракет. и артиллер. наук. - М.: Машиностроение, 2011. - 334 с. ил.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Алексеев, В.М. Оптимальное управление. [Электронный ресурс] / В.М. Алексеев, В.М. Тихомиров, С.В. Фомин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2005. — 384 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/48177">http://e.lanbook.com/book/48177</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный

### 10. Информационные технологии, используемые при проведении практики

Перечень используемого программного обеспечения:

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

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Техэксперт(30.10.2017)

## 11. Материально-техническое обеспечение практики

<b>Место прохождения практики</b>	<b>Адрес места прохождения</b>	<b>Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, обеспечивающие прохождение практики</b>
Кафедра Систем автоматического управления ЮУрГУ		Компьютеры с системой ПК для доступа к MATLAB