

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б.1.В.ОД.15 Основы теории полета летательных аппаратов»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

(код и наименование направления подготовки)

Ракетостроение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2017

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов

*наименование кафедры*

протокол № 7 от "09" февраля 2017 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра летательных аппаратов

*наименование кафедры*



А.Д. Припадчев

*расшифровка подписи*

Исполнители:

Доцент каф. ЛА

*должность*



*подпись*

С.В. Белов

*расшифровка подписи*

*должность*

*подпись*

*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

*код наименование*

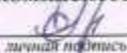


*личная подпись*

А.Д. Припадчев

*расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

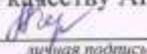


*личная подпись*

Н.Н. Грицай

*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству АКИ



*личная подпись*

А.М. Черноусова

*расшифровка подписи*

№ регистрации 30830

© Белов С.В., 2017

© ОГУ, 2017

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

- получения знаний о законах движения ЛА в воздухе, о системах уравнений описывающих движение ЛА, об устойчивости и управляемости;
- иметь представление о системном подходе в восприятии дисциплины, о значении теории полета при проектировании, наземных и летных испытаниях ЛА.

**Задачи:**

- показать студентам возможность применения законов теоретической механики к теории движения тела переменной массы;
- научить применять выведенную систему уравнений движения к конкретному ЛА;
- научить разделять систему уравнений движения ЛА на продольное, боковое и вращательное;
- проводить исследования каждого из трех движений; знать методы и иметь практические навыки определения максимальной прицельной дальности;
- иметь навыки комплексного подхода к оценке проектных решений.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.15 Инженерная графика, Б.1.Б.16 Аэродинамика, Б.1.Б.18 Материаловедение, Б.1.Б.20 Введение в ракетно-космическую технику, Б.1.В.ОД.5 Основы устройства летательных аппаратов, Б.1.В.ОД.6 Конструкция узлов и агрегатов летательных аппаратов*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ДВ.2.2 Теория технических систем и методы инженерного творчества, Б.1.В.ДВ.3.1 Технология сборочно-сварочных работ, Б.1.В.ДВ.3.2 Проектирование и производство заготовок*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- разработку методик, планов и программ проведения научных исследований и разработок, подготовку задания для исполнителей, организацию проведения экспериментов и испытаний, анализ и обобщение их результатов.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- анализировать состояние ракетно-космической техники;</li><li>- проводить исследования каждого из трех движений; знать методы и иметь практические навыки определения максимальной прицельной дальности.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- компьютерными технологиями, позволяющими проводить техническую работу по компоновке изделия и его отсеков, разработку конструкции узлов и агрегатов и т.д.;</li><li>- навыки комплексного подхода к оценке проектных решений</li></ul>	ПК-1 способностью и готовностью участвовать в анализе состояния ракетно-космической техники в целом, её отдельных направлений и создании базы современных конструкций и технологий
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- устройство ЛА, последовательность типичных процедур конструирования и проектирование ЛА с элементами автоматизации данных процессов;</li><li>- законы движения ЛА в воздухе, о системах уравнений описывающих движение ЛА, об устойчивости и управляемости</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p>	ПК-4 способностью и готовностью принимать участие в научно-исследовательских работах в качестве исполнителя, выполнять техническую работу с применением

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методический аппарат включающий элементы методов исследования, гипотезу, объект, предмет, задачи и технологии конструирования систем и агрегатов ЛА;</li> <li>- применять законы теоретической механики к теории движения тела переменной массы</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией научного поиска в исследовательской и прикладной деятельности направленной на подготовку технико-экономических обоснований по выбору вариантов конструкций, агрегатов и систем, подсистем ЛА;</li> <li>- навыками комплексного подхода к оценке проектных решений.</li> </ul>	компьютерных технологий, работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы систем автоматизированного проектирования нормативно-техническую документацию;</li> <li>- проектирование и создание ЛА;</li> <li>- ожидаемые условия эксплуатации ЛА.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- читать и понимать техническую документацию на английском языке;</li> <li>- применять инструментарий;</li> <li>- пользоваться стандартным программным обеспечением при оформлении документации;</li> <li>- пользоваться стандартными пакетами прикладных программ при проведении расчетных, конструкторских и проектировочных работ, графического оформления проекта.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами разработки текстовой и графической документации в соответствии с требованиями нормативной документации для технических предложений и эскизных проектов на агрегаты, узлы, системы и комплексы;</li> <li>- методами защиты технических предложений, эскизных проектов на агрегаты, узлы, системы и комплексы.</li> </ul>	ПК-8 способностью и готовностью участвовать в работе подразделения по разработке и выпуску технологической документации на изделие, обеспечение технического контроля качества, выпускаемой продукции и снижение ее стоимости

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>67,25</b>	<b>67,25</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>112,75</b>	<b>112,75</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);</li> <li>- подготовка к лабораторным занятиям;</li> <li>- подготовка к практическим занятиям;</li> </ul>		

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
- подготовка к рубежному контролю)		
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в основы теории полета ЛА. Уравнения движения ЛА.	44	8	4	4	28
2	Исходные данные для расчета траекторий ЛА. Установившиеся режимы полета	44	8	4	4	28
3	Неустановившиеся квазипрямолинейные режимы полета. Затраты топлива и времени на различных этапах полета	44	8	4	4	28
4	Дальность и продолжительность полета. Маневренные характеристики ЛА. Устойчивость движения и управляемость ЛА	48	10	4	4	30
	Итого:	180	34	16	16	114
	Всего:	180	34	16	16	114

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### № 1 Введение в основы теории полета ЛА. Уравнения движения ЛА.

Основные задачи динамики полета. Классификация ЛА по траекториям полета. Применение общих положений механики к составлению уравнений движения ЛА. Уравнение Мещерского. Системы координат применяемые в динамике полета. Матрицы перехода из одной системы координат в другую. Геометрические соотношения между углами. Кинематические уравнения. Силы и моменты действующие на ЛА. Уравнения движения центра масс ЛА. Динамические уравнения движения ЛА относительно центра масс. Особенности анализа опорного движения ЛА.

### № 2 Исходные данные для расчета траекторий ЛА. Установившиеся режимы полета

Условия полета. Аэродинамические характеристики ЛА. Характеристики двигателей, применяемых на беспилотных ЛА. Ограничения допустимых режимов полета. Управление движением ЛА. Уравнения автопилота самолета-мишени Ла17К. Установившийся горизонтальный полет. Расчет летных характеристик методом тяг. Установившийся набор высоты. Скороподъемность ЛА. Установившееся снижение. Планирование.

### № 3 Неустановившиеся квазипрямолинейные режимы полета. Затраты топлива и времени на различных этапах полета

Неустановившийся набор высоты. Неустановившееся снижение. Динамические режимы полета. Затраты топлива и времени в горизонтальном установившемся полете. Затраты топлива и времени на квазипрямолинейных этапах полета с переменной энергетикой.

### № 4 Дальность и продолжительность полета. Маневренные характеристики ЛА. Устойчивость движения и управляемость ЛА

Полные затраты топлива и времени в полете при заданной программе. Минимизация полных затрат топлива в полете. Техническая, практическая дальность. Скоростная дальность. Минимум времени полета. Методика расчета максимальной прицельной дальности. Располагаемая перегрузка и изменение уровня энергии при маневре. Маневрирование ЛА в горизонтальной плоскости. Разворот и вираж ЛА. Понятие устойчивости и управляемости. Статическая устойчивость и управляемость ЛА.

### 4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Разработать систему уравнений движения ЛА в вертикальной плоскости. Разработать алгоритма решения системы уравнений. Составить исходные данные для расчета траектории полета. Рассчитать номинальной траектории полета.	4
2	2	Графическое построение траектории полета. Анализ результатов расчета.	4
3	3	Анализ системы уравнений, определение параметров влияющих на дальность полета. Составить исходные данные для расчета траектории полета. Рассчитать номинальной траектории полета. Рассчитать возмущенные траектории полета	4
4	4	Расчет максимальной предельной дальности. Анализ результатов расчета.	4
		Итого:	16

### 4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1, 2	Условия полета. Аэродинамические характеристики летательного аппарата	8
2	3, 4	Характеристики двигателей. Ограничение допустимых режимов полета	8
		Итого:	16

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1 Белов, С.В. Аэродинамика и динамика полета [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 24.03.04 Авиационное / С.В. Белов, А.В. Гордиенко, В.Д. Проскурин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.58 Мб). - Оренбург: ОГУ, 2014. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1200-0.

2. Горбунов, А.А. Методы практической аэродинамики при автоматизированном проектировании системы несущих поверхностей летательного аппарата: учебное пособие / А.А. Горбунов, А.Д. Припадчев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург: ОГУ, 2015. - 146 с.: ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 135-137. - ISBN 978-5-7410-1479-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467343>

3 Белов С.В., Гиперзвуковая аэродинамика: учебное пособие / С. В. Белов, Я.В. Кондров, Е.В. Осипов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 133 с. [Электронный ресурс]

### 5.2 Дополнительная литература

1 Нестационарная аэродинамика баллистического полета [Электронный ресурс]: / Ю. М. Липницкий [и др.]. - :Физматлит, 2003. - 87 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69131>.

2 Лойцянский Л.Г. Аэродинамика пограничного слоя [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л.Г. Лойцянский. - Ленинград — Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1941. - 412 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105600>.

3 Аэродинамика [Текст]: учебник для студентов авиационных специальностей высших учебных заведений: репринтное издание / А.М. Мхитарян.- 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Эколит, 2012. - 447 с.: ил. - Библиогр.: с. 432-435. - Предм. указ.: с. 435-440. - ISBN 978-5-4365-0050-8.

4 Горшенин, Д.С. Методы и задачи практической аэродинамики / Д.С. Горшенин, А.К. Мартынов; ред. Н.В. Корженевская; худож. Е.В. Бекетон. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1977. - 234 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450013>

### **5.3 Периодические издания**

1. Аэрокосмическое обозрение : журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2007, 2009, 2010, 2012, 2013.
2. Полет: журнал. – М.: Агентство «Роспечать», 2009, 2010, 2012, 2014. – № 1 – 11 [1 чз пи], 2015.

### **5.4 Интернет-ресурсы**

1. [www.rekord-eng.com](http://www.rekord-eng.com) – сайт ООО «Рекорд-инжиниринг». Разработка систем автоматизации технологических процессов производства.
2. [www.sapr.ru](http://www.sapr.ru) – Web – сервер журнала САПР и графика
3. [www.книат.рф/](http://www.книат.рф/) - сайт Открытого Акционерного Общества «Технопарк промышленных технологий «Инновационно-технологический центр «КНИАТ» (ОАО «КНИАТ») (ранее Казанский НИИ авиационной технологии)
4. [www.niat.ru/](http://www.niat.ru/) сайт ОАО «НИАТ» (Национальный институт авиационных технологий).

### **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

1. Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования PTC MathCAD 14:
2. Система MathCad – используется для выполнения расчетов при планировании экспериментов и математического моделирования исследуемых объектов.
3. Операционная система Microsoft Windows.
4. САПР Autodesk Inventor – используется для разработки чертежей и схем научно-исследовательского оборудования, образцов, приспособлений и т.п.
5. CoDeSys — инструментальный программный комплекс промышленной автоматизации.
6. Open Office/Libre Office – свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Учебные аудитории: компьютерный класс; лекционная аудитория.