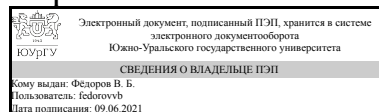


УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический



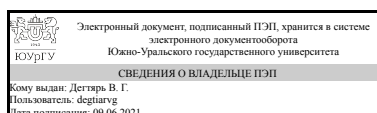
В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.05.01 Основы теории полета ракет
для специальности 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Ракетные транспортные системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Летательные аппараты

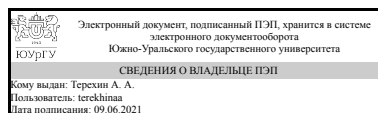
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. Г. Дегтярь

Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



А. А. Терехин

1. Цели и задачи дисциплины

Ознакомить студентов с методами исследований движения летательных аппаратов в атмосфере и космическом пространстве.

Краткое содержание дисциплины

Цели и задачи курса. Цель курса - определение пар метров движения ЛА по траектории и получение навыков оценки правильности полученного решения. Траектория движения ЛА разбивается на участке, в пределах которого можно найти приближенное аналитическое решение. Так же на выбранных участках производится решение основной системы уравнений, описывающих движение ЛА с переменной массой по траектории.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Знать: Основные тенденции и направления развития теории полета, научно-технические проблемы и перспективы развития в области теории полета, их взаимосвязь со смежными областями (аэродинамика, прочность, конструирование и проектирование), объекты, явления и процессы в динамике полета, методы их научного исследования.
	Уметь: Уметь использовать методы инженерных и теоретических расчетов, типовые и авторские методики инженерных расчетов динамики полета ракет и аппаратов (в том числе с применением вычислительной техники), специальную литературу и другие информационные данные (в том числе на иностранных языках) для решения профессиональных задач; методы моделирования, расчета и экспериментальных исследований для разработки новых летательных аппаратов, а также методов обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей расчетов.
	Владеть: Методами расчета движений по траекториям в воздушных и безвоздушных пространствах со сверхзвуковыми и гиперзвуковыми скоростями.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.05.02 Математический анализ, ДВ.1.07.01 Численные методы в проектировании ЛА	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
ДВ.1.07.01 Численные методы в проектировании ЛА	Решение задач траекторного движения в плоской и трехмерной постановках.
Б.1.05.02 Математический анализ	Решение систем дифференциальных уравнений полных и частных производных. Использование рядов тригонометрических и Тейлора в вычислениях.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	180	180	
<i>Аудиторные занятия:</i>	80	80	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	48	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	100	100	
Курсовая работа "Расчет параметров траектории БРДД"	90	90	
Подготовка к экзамену	10	10	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Цели и задачи курса. Роль российских и зарубежных ученых в решении задач развития теории.	2	2	0	0
2	Координаты, определяющие положение ракеты в пространстве	10	4	6	0
3	Силы и моменты, действующие на ракету в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	14	4	10	0
4	Теория свободного полета тел в космическом пространстве при отсутствии атмосферы (эллиптическая теория).	14	4	10	0
5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения.	18	6	12	0
6	Рассеивание по дальности баллистических ракет и способы уменьшения рассеивания. Выбор программы.	6	4	2	0
7	Особенности движения космических аппаратов (КА). Проблемы спуска КА на поверхность планеты.	8	4	4	0

8	Особенности движения крылатых ракет.	8	4	4	0
---	--------------------------------------	---	---	---	---

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Цели и задачи курса. Роль российских и зарубежных ученых в решении задач развития теории.	2
2	2	Координаты, определяющие положение ракеты в пространстве	2
3	2	Координаты, определяющие положение ракеты в пространстве	2
4	3	Силы и моменты, действующие на ракету в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	2
5	3	Силы и моменты, действующие на ракету в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	2
6	4	Теория свободного полета тел в косми-ческом пространстве при отсутствии атмосферы (эллиптическая теория)	2
7	4	Теория свободного полета тел в косми-ческом пространстве при отсутствии атмосферы (эллиптическая теория)	2
8	5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения	2
9	5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения	2
10	5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения	2
11	6	Рассеивание по дальности баллистических ракет и способы уменьшения рассеивания. Выбор программы	2
12	6	Рассеивание по дальности баллистических ракет и способы уменьшения рассеивания. Выбор программы	2
13	7	Особенности движения космических аппаратов (КА). Проблемы спуска КА на поверхность планеты	2
14	7	Особенности движения космических аппаратов (КА). Проблемы спуска КА на поверхность планеты	2
15	8	Особенности движения крылатых ракет.	2
16	8	Особенности движения крылатых ракет.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Координаты, определяющие положение ракеты в пространстве.	2
2	2	Координаты, определяющие положение ракеты в пространстве	2
3	2	Координаты, определяющие положение ракеты в пространстве.	2
4	3	Силы и моменты, действующие на ракету в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	2
5	3	Силы и моменты, действующие на ракету в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	2
6	3	Силы и моменты, действующие на ракету в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	2
7	3	Силы и моменты, действующие на ракету в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	2

8	3	Силы и моменты, действующие на ракету в полете. Уравнения движения тел переменной массы в общем виде.	2
9	4	Теория свободного полета тел в косми-ческом пространстве при отсутствии атмосферы (эллиптическая теория).	2
10	4	Теория свободного полета тел в косми-ческом пространстве при отсутствии атмосферы (эллиптическая теория).	2
11	4	Теория свободного полета тел в косми-ческом пространстве при отсутствии атмосферы (эллиптическая теория).	2
12	4	Теория свободного полета тел в косми-ческом пространстве при отсутствии атмосферы (эллиптическая теория).	2
13	4	Теория свободного полета тел в косми-ческом пространстве при отсутствии атмосферы (эллиптическая теория).	2
14	5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения	2
15	5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения.	2
16	5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения	2
17	5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения	2
18	5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения	2
19	5	Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения	2
20	6	Рассеивание по дальности баллистических ракет и способы уменьшения рассеивания. Выбор программы.	2
21	7	Особенности движения космических аппаратов (КА). Проблемы спуска КА на поверхность планеты.	2
22	7	Особенности движения космических аппаратов (КА). Проблемы спуска КА на поверхность планеты.	2
23	8	Особенности движения крылатых ракет.	2
24	8	Особенности движения крылатых ракет.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Курсовой проект "Расчет параметров траектории БРДД"	Сидельников Р.В. Траекторные параметры движения летательных аппаратов и их исследования на ЭВМ: Учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005 г. – 136 с.	100

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные	Вид работы	Краткое описание	Кол-
---------------	------------	------------------	------

формы учебных занятий	(Л, ПЗ, ЛР)		во ауд. часов
Интерактивный метод обучения.	Практические занятия и семинары	- пробуждение интереса у студентов к дисциплине и самообразованию; - формирование у студентов собственного мнения и умения отстаивать свои позиции; - формирование социальных и профессиональных навыков; - эффективное усвоение преподаваемого материала; - самостоятельный поиск студентами путей и вариантов решения поставленной задачи, также обоснование принятого решения; - установление активного взаимодействия между студентами, обучение работы в команде; - формирование уровня осознанной компетентности студента.	6

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

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения.	ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Экзамен	1. Теорема косинусов в сферической тригонометрии (формулировка).2. Теорема синусов в сферической тригонометрии (формулировка).3. Зависимость ускорения свободного падения от высоты положения тела над поверхностью земли.4. Кориолисово ускорение. Когда его необходимо учитывать?5. Влияние кориолисова ускорения на дальность стрельбы и боковое отклонение.6. Связанная и поточная система координат (СК). Переход из одной в другую.7. Геоцентрическая и земная система координат. Переход из одной в другую.8. Стартовая СК и связанная, поточная и земная.9. Изменение температуры T и давления в атмосфере (зависимости и анализ изменения по высоте

		<p>h).10. Зависимость аэродинамических коэффициентов ЛА от чисел M, Re; угла атаки α при малых и больших их изменениях по траектории. 11. Зависимости управляющих сил и моментов от угла отклонения управляющих органов.12. Демпфирующие моменты и их определение: а – внешние, б – внутренние.13. Дифференциальное уравнение поступательного движения ЛА в проекции на касательную к траектории.14. Решение дифференциального уравнения поступательного движения на активном участке при $\alpha = 0$.15. Решение дифференциального уравнения углового движения ЛА вокруг оси, перпендикулярной плоскости траектории для баллистической ракеты.16. Программа для угла тангажа и ее формирование для баллистической ракеты.17. Записать зависимость изменения скорости полета на эллиптическом участке траектории в зависимости от высоты положения ЛА. Пояснить.18. Записать уравнение траектории для движения ЛА на эллиптическом участке.19. Как определяется дальность полета ЛА на эллиптическом участке?20. Определение времени и высоты при движении на эллиптическом участке.21. Основные соотношения оптимальных параметров движения ЛА по траектории. Их смысл.22. Зависимости, связывающие абсолютные значения вектора скорости движения ЛА по траектории и относительные.23. Как определяется скорость движения объекта на конечном атмосферном участке траектории (КАУТ) с помощью аналитических зависимостей.24. Определение перегрузки при движении на КАУТ и ее максимального значения.25. Понятия круговой и характеристической скоростей.26. Период обращения по круговой и эллиптическим орбитам.27. Скорости и перегрузки при спуске тел с орбиты.</p>
--	--	---

<p>Баллистические расчеты управляемых ракет дальнего действия. Алгоритмы решения.</p>	<p>ПК-2 способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники</p>	<p>Курсовая работа</p>	<p>В соответствии с типовым контрольным заданием необходимо провести расчеты параметров траектории для активного, эллиптического и конечного атмосферного участков по индивидуальным заданиям. Для каждого варианта задания указываются в качестве исходных данных массовые характеристики ракеты и тяговые характеристики двигателей ступеней.</p>
---	--	------------------------	---

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Курсовая работа	<p>Проверяется правильность полученных результатов при выполнении работы для всех трех участков траектории. При этом оценивается качество и правильность ответов на задаваемые вопросы по данной работе.</p>	<p>Отлично: : Выполнены все требования к получению результатов расчетов. Приведены теоретические зависимости для вычислений, сделаны ссылки на литературу и представлено заключение. Хорошо: Допущены некоторые неточности в результатах расчетов и в прочих требованиях к заданию. Удовлетворительно: При отсутствии или некачественных ответах на некоторые вопросы (до 10%). Неудовлетворительно: При невыполнении требований к заданию свыше 10%.</p>
Экзамен	<p>Письменные ответы на вопросы в билете в аудитории в течении 1 часа. В билете 3 вопроса: два теоретических и одна задача, не совпадающая по тематике с вопросами.</p>	<p>Отлично: Ответ на все контрольные вопросы Хорошо: Ответ на 3/4 вопросов Удовлетворительно: Ответ на 1/2 вопросов Неудовлетворительно: Ответ менее 1/2 вопросов</p>

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Курсовая работа	<p>В соответствии с типовым контрольным заданием необходимо провести расчеты параметров траектории для активного, эллиптического и конечного атмосферного участков по индивидуальным заданиям. Для каждого варианта задания указываются в качестве исходных данных массовые характеристики ракеты и тяговые характеристики двигателей ступеней.</p>
Экзамен	<p>1. Теорема косинусов в сферической тригонометрии (формулировка). 2. Теорема синусов в сферической тригонометрии (формулировка). 3. Зависимость ускорения свободного падения от высоты положения тела над поверхностью земли. 4. Кориолисово ускорение. Когда его необходимо учитывать? 5. Влияние кориолисова ускорения на дальность стрельбы и боковое отклонение. 6. Связанная и поточная система координат (СК). Переход из одной в другую. 7. Геоцентрическая и земная система координат. Переход из одной в другую. 8. Стартовая СК и связанная; поточная и земная. 9. Изменение температуры T и давления в атмосфере (зависимости и анализ изменения по высоте h). 10. Зависимость аэродинамических коэффициентов ЛА от чисел M, Re; угла атаки α при малых и больших их изменениях по траектории. 11. Зависимости</p>

управляющих сил и моментов от угла отклонения управляющих органов.12. Демпфирующие моменты и их определение: а – внешние, б – внутренние.13. Дифференциальное уравнение поступательного движения ЛА в проекции на касательную к траектории.14. Решение дифференциального уравнения поступательного движения на активном участке при $\alpha = 0$.15. Решение дифференциального уравнения углового движения ЛА вокруг оси, перпендикулярной плоскости траектории для баллистической ракеты.16. Программа для угла тангажа и ее формирование для баллистической ракеты.17. Записать зависимость изменения скорости полета на эллиптическом участке траектории в зависимости от высоты положения ЛА. Пояснить.18. Записать уравнение траектории для движения ЛА на эллиптическом участке.19. Как определяется дальность полета ЛА на эллиптическом участке?20. Определение времени и высоты при движении на эллиптическом участке.21. Основные соотношения оптимальных параметров движения ЛА по траектории. Их смысл.22. Зависимости, связывающие абсолютные значения вектора скорости движения ЛА по траектории и относительные.23. Как определяется скорость движения объекта на конечном атмосферном участке траектории (КАУТ) с помощью аналитических зависимостей.24. Определение перегрузки при движении на КАУТ и ее максимального значения.25. Понятия круговой и характеристической скоростей.26. Период обращения по круговой и эллиптическим орбитам.27. Скорости и перегрузки при спуске тел с орбиты.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Феодосьев, В. И. Основы техники ракетного полета [Текст] Учеб. пособие для втузов В. И. Феодосьев. - М.: Наука, 1979. - 494 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Мирер, С. А. Механика космического полета. Орбитальное движение Текст учеб. пособие С. А. Мирер. - М.: Резолит, 2007. - 267 с. ил.
2. Ганин, М. П. Динамика полета баллистических ракет Учеб. пособие для слушателей М. П. Ганин; Воен.-мор. акад.; Воен.-мор. акад. - Л.: Б. И., 1973. - 331 с. ил.
3. Динамика полета [Текст] учебник для вузов по направлению 652500 "Гидроаэродинамика и динамика полета" А. В. Ефимов и др.; под ред. Г. С. Бюшгенса. - М.: Машиностроение, 2011. - 775 с.
4. Остославский, И. В. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов [Текст] Учебник для вузов И. В. Остославский, И. В. Стражева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1969. - 499 с. ил.
5. Баллистика и навигация ракет Учебник Под ред. А. А. Дмитриевского. - М.: Машиностроение, 1985. - 309 с. ил.
6. Баллистика и навигация космических аппаратов Учебник. - М.: Машиностроение, 1986. - 296 с.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Сидельников Р.В. Траекторные параметры движения летательных аппаратов и их исследования на ЭВМ: Учебное пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005 г. – 136 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Сихарулидзе, Ю.Г. Баллистика и наведение летательных аппаратов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 410 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/70701 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Дмитриевский, А.А. Внешняя баллистика: Учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] / А.А. Дмитриевский, Л.Н. Лысенко. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2005. — 608 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/767 — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Авторизованный

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	114-1 (2)	Расчет траекторных параметров БР по программе "Баллистика"