

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский университет дружбы народов»
Инженерная академия*

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Рекомендуется для направления подготовки/специальности

01.06.01 «Математика и механика»
(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность программы (профиль)

«Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»
(наименование образовательной программы в соответствии с направленностью (профилем))

Москва,
2021

1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» является формирование у аспирантов системы научных знаний о перспективных методах исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития авиационной и ракетно-космической техники.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- Знать новые методы разработки и исследования методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества процессов функционирования авиационной и ракетно-космической техники
- Владеть новыми методами выбора и преобразования математических моделей явлений, процессов и систем в области ракетно-космической техники с целью их исследования и реализации средствами вычислительной техники
- Уметь использовать новые методы разработки математических моделей, методов, компьютерных технологий и систем поддержки принятия решений в научных исследованиях, проектно-конструкторской деятельности, управлении технологическими, экономическими, социальными системами и в гуманитарных областях деятельности человека

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» относится к вариативной части Блока 1 учебного плана. В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица 1 – Перечень предшествующих и последующих дисциплин

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)	История и философия науки Методология научных исследований	
	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	История и философия науки Приоритетные направления развития математики и механики	Научные исследования (подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата

	(УК-5)	Основы преподавания методов разработки инженерных приложений на основе математического моделирования с использованием информатики и вычислительной техники в высшей школе	наук)
Общепрофессиональные компетенции			
	готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2)	Основы преподавания методов разработки инженерных приложений на основе математического моделирования с использованием информатики и вычислительной техники в высшей школе	Педагогическая практика
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности)			
	Готовность применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития авиационной и ракетно-космической техники (ПК-1);	Методология научных исследований Приоритетные направления развития математики и механики Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)	
	Способность создавать и исследовать математические и программные модели изделий и процессов, связанных с функционированием объектов авиационной и ракетной техники (ПК-2);	Методология научных исследований Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)	
	Готовность проводить разработку и исследование методик анализа, синтеза, оптимизации и	Методология научных исследований Приоритетные направления развития математики и механики	

	прогнозирования качества процессов функционирования авиационной и ракетной техники (ПК-3);		
	Способность выбирать и преобразовывать математические модели явлений, процессов и систем в области ракетно-космической техники с целью их исследования (ПК-4);	Основы преподавания методов разработки инженерных приложений на основе математического моделирования с использованием информатики и вычислительной техники в высшей школе Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)	
	Способность разрабатывать математические модели, методы, компьютерные технологии и системы поддержки принятия решений в научных исследованиях, проектной и конструкторской деятельности (ПК-5);	Основы преподавания методов разработки инженерных приложений на основе математического моделирования с использованием информатики и вычислительной техники в высшей школе Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)	
	Способность разрабатывать новые математические модели объектов авиационной и ракетно-космической техники, развивать аналитические и приближенные методы исследования (ПК-6).	Приоритетные направления развития математики и механики Основы преподавания методов разработки инженерных приложений на основе математического моделирования с использованием информатики и вычислительной техники в высшей школе Практика по получению профессиональных	

		умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательская)	
Профессионально-специализированные компетенции специализации			

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1, УК-5, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6

(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Знать специализированные теоретические и практические знания, служащие основой для разработки новых идей

Знать методы исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития авиационной и ракетно-космической техники.

Знать новые методы создания и исследования математических и программных моделей изделий и процессов, связанных с функционированием объектов авиационно-ракетной техники

Знать новые методы разработки и исследования методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества процессов функционирования авиационной и ракетной техники

Знать новые методы выбора и преобразования математических моделей явлений, процессов и систем в области ракетно-космической техники с целью их исследования

Знать новые методы разработки математических моделей, методов, компьютерных технологий и систем поддержки принятия решений в научных исследованиях

Знать новые методы разработки математических моделей объектов авиационной и ракетно-космической техники

Уметь:

Уметь анализировать, определять приоритеты, планировать, осуществлять мониторинг и обратную связь

Уметь применять методы исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития авиационной и ракетно-космической техники.

Уметь использовать новые методы создания и исследования математических и программных моделей изделий и процессов, связанных с функционированием объектов авиационно-ракетной техники

Уметь использовать новые методы разработки и исследования методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества процессов функционирования авиационной и ракетной техники

Уметь использовать новые методы выбора и преобразования математических моделей явлений, процессов и систем в области ракетно-космической техники с целью их исследования

Уметь использовать новые методы разработки математических моделей, методов, компьютерных технологий и систем поддержки принятия решений в научных исследованиях

Уметь использовать новые методы разработки математических моделей объектов авиационной и ракетно-космической техники

Владеть:

Владеть технологией разработки плана мероприятий для проведения исследований, определять необходимые ресурсы и согласовывать их с коллегами и руководством

Владеть перспективными методами исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития авиационной и ракетно-космической техники.

Владеть новыми методами создания и исследования математических и программных моделей изделий и процессов, связанных с функционированием объектов авиационно-ракетной техники

Владеть новыми методами разработки и исследования методик анализа, синтеза, оптимизации и прогнозирования качества процессов функционирования авиационной и ракетной техники

Владеть новыми методами выбора и преобразования математических моделей явлений, процессов и систем в области ракетно-космической техники с целью их исследования

Владеть новыми методами разработки математических моделей, методов, компьютерных технологий и систем поддержки принятия решений в научных исследованиях

Владеть новыми методами разработки математических моделей объектов авиационной и ракетно-космической техники

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 3 – Объем дисциплины и виды учебной работы для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего, ак. часов	Семестр
		4
Аудиторные занятия	58	58
в том числе:	-	-
Лекции (Л)	-	-
Практические/семинарские занятия (ПЗ)	58	58
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Курсовой проект/курсовая работа	-	-
Самостоятельная работа (СРС), включая контроль	86	86
Вид аттестационного испытания		Экзамен
Общая трудоемкость	академических часов	144
	зачетных единиц	4

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	1. Динамические свойства ЛА как объекта управления	1.1. Постановка задач баллистического и динамического проектирования 1.2. Принцип возмущенно-невозмущенного движений. Целесообразность перехода к изучению возмущенного движения 1.3. Линеаризация как способ преобразования уравнений к виду, возможному для получения общего решения 1.4. Разделение возмущенного движения ЛА на продольное и боковое 1.5. Составление линейных уравнений возмущенного движения ЛА. Динамические коэффициенты 1.6. Свободное и вынужденное возмущенное движение 1.7. Продольное возмущенное движение

		<p>1.8. Характеристическое уравнение и его возможные корни. Основные выводы по устойчивости и структуре возмущенного движения</p> <p>1.9. Два этапа развития свободного продольного возмущенного движения</p> <p>1.10. Передаточная функция ЛА. Понятие о передаточном коэффициенте ЛА</p> <p>1.11. Частотные характеристики ЛА</p> <p>1.12. Основные требования к динамическим свойствам ЛА. Роль системного подхода</p>
2.	2. Основы механики космического полета. Задача двух тел	<p>2.1. Закон всемирного тяготения. Интегралы уравнений движения.</p> <p>2.2. Уравнение орбиты. Скорость спутника. Связь скорости с типом орбиты. Характеристики орбит. Уравнение Кеплера.</p>
3	3. Возмущенное движение КЛА	<p>3.1. Общая характеристика возмущенного движения и самих возмущений. Общая постановка задачи.</p> <p>3.2. Сфера действия, сфера притяжения, сфера влияния.</p> <p>3.3. Метод оскулирующих элементов.</p> <p>3.4. Возмущающие воздействия, искажающие Кеплерову орбиту.</p>

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Практ. / семинар.	СРС	Всего час.
1.	Раздел №1. Динамические свойства ЛА как объекта управления	22	36	58
	Тема 1.1. Постановка задач баллистического и динамического проектирования	1	3	4
	Тема 1.2. Принцип возмущенно-невозмущенного движений. Целесообразность перехода к изучению возмущенного движения	1	3	4
	Тема 1.3. Линеаризация как способ преобразования уравнений к виду, возможному для получения общего решения	2	3	5
	Тема 1.4. Разделение возмущенного движения ЛА на продольное и боковое	2	3	5
	Тема 1.5. Составление линейных уравнений возмущенного движения ЛА. Динамические коэффициенты	2	3	5
	Тема 1.6. Свободное и вынужденное возмущенное движение	2	3	5
	Тема 1.7. Продольное возмущенное движение	2	3	5
	Тема 1.8. Характеристическое уравнение и его возможные корни. Основные выводы по устойчивости и структуре возмущенного движения	2	3	5
	Тема 1.9. Два этапа развития свободного продольного возмущенного движения	2	3	5
	Тема 1.10. Передаточная функция ЛА. Понятие о передаточном коэффициенте ЛА	2	3	5
	Тема 1.11. Частотные характеристики ЛА	2	3	5
	Тема 1.12. Основные требования к	2	3	5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины/темы занятия	Практ. / семинар.	СРС	Всего час.
	динамическим свойствам ЛА. Роль системного подхода			
2.	Раздел №2. Основы механики космического полета. Задача двух тел	18	25	43
	Тема 2.1. Закон всемирного тяготения. Интегралы уравнений движения.	6	8	14
	Тема 2.2. Уравнение орбиты. Скорость спутника. Связь скорости с типом орбиты.	6	8	14
	Тема 2.3. Характеристики орбит. Уравнение Кеплера	6	9	15
3.	Раздел №3. Возмущенное движение КЛА	18	25	43
	Тема 3.1. Общая характеристика возмущенного движения и самих возмущений. Общая постановка задачи.	4	6	10
	Тема 3.2. Сфера действия, сфера притяжения, сфера влияния.	4	6	10
	Тема 3.3. Метод оскулирующих элементов	5	6	11
	Тема 3.4. Возмущающие воздействия, искажающие Кеплерову орбиту	5	7	12
	Экзамен	58	86	144

6. Лабораторный практикум (при наличии) – не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары) (при наличии)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	1	Тема 1.1. Постановка задач баллистического и динамического проектирования	1
2	1	Тема 1.2. Принцип возмущенно-невозмущенного движений. Целесообразность перехода к изучению возмущенного движения	1
3	1	Тема 1.3. Линеаризация как способ преобразования уравнений к виду, возможному для получения общего решения	2
4	1	Тема 1.4. Разделение возмущенного движения ЛА на продольное и боковое	2
5	1	Тема 1.5. Составление линейных уравнений возмущенного движения ЛА. Динамические коэффициенты	2
6	1	Тема 1.6. Свободное и вынужденное возмущенное движение	2
7	1	Тема 1.7. Продольное возмущенное движение	2
8	1	Тема 1.8. Характеристическое уравнение и его возможные корни. Основные выводы по устойчивости и структуре возмущенного движения	2
9	1	Тема 1.9. Два этапа развития свободного продольного возмущенного движения	2
10	1	Тема 1.10. Передаточная функция ЛА. Понятие о передаточном коэффициенте ЛА	2
11	1	Тема 1.11. Частотные характеристики ЛА	2
12	1	Тема 1.12. Основные требования к динамическим свойствам ЛА. Роль системного подхода	2
13	2	Тема 2.1. Закон всемирного тяготения. Интегралы уравнений движения.	6
14	2	Тема 2.2. Уравнение орбиты. Скорость спутника. Связь скорости с типом орбиты.	6

15	2	Тема 2.3. Характеристики орбит. Уравнение Кеплера	6
16	3	Тема 3.1. Общая характеристика возмущенного движения и самих возмущений. Общая постановка задачи.	4
17	3	Тема 3.2. Сфера действия, сфера притяжения, сфера влияния.	4
18	3	Тема 3.3. Метод оскулирующих элементов	5
19	3	Тема 3.4. Возмущающие воздействия, искажающие Кеплерову орбиту	5

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 5 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория с перечнем материально-технического обеспечения	Местонахождение
<p>Учебная лаборатория «Лаборатория вычислительных систем и методов обработки больших данных»: № 409</p> <p>Оборудование и мебель:</p> <p>- Персональные рабочие графические станции на базе системного блока AVK-1 + монитор (13 шт.);</p> <ul style="list-style-type: none"> - Интерактивная доска Polyvision TSL 610; - Проектор Epson EB-X02; - Коммутатор Cisco Catalyst 2960 24; - Сетевой фильтр. Имеется выход в Интернет. - Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа: <ol style="list-style-type: none"> 1. Windows 7 (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions № 86626883 от 01.04.2018 г.); 2. Microsoft Office 2007 (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions № 86626883 от 01.04.2018 г.); 3. Borland Developer Studio 2006 (License Certificate Number: 33080, 33081, 33082); 4. MATLAB R2008b (361405 2008 г.); 5. Notepad++ (свободное применение). 6. Acrobat Reader DC (свободное применение) 	<p>г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3</p>

9. Информационное обеспечение дисциплины

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

2. Сайты министерств, ведомств, служб, производственных предприятий и компаний, деятельность которых является профильной для данной дисциплины:

3. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся и изучения дисциплины (также размещены в ТУИС РУДН в соответствующем разделе дисциплины):

1. Курс лекций по дисциплине «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» (приложение 2).
2. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» (приложение 3).

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Под ред. Бюшгенса Г.С. Динамика полета. М.: Машиностроение, 2011. – 776 с.
2. Механика космического полета. Под ред. акад. Мишина В.П. – М.:Машиностроение, 1989.
3. Лысенко Л.Н. Наведение и навигация баллистических ракет. - М: Издательство МГТУ им. Н.Э Баумана, 2007г., 670с.
4. Дмитриевский А.А., Лысенко Л.Н. Внешняя баллистика. 4-е издание. - М: Машиностроение, 2005.
5. Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов. 2-е издание. - М: Дрофа, 2004.

Дополнительная литература:

1. Алексеев К.Б., Бебенин Г.Г., Ярошевский В.А. Маневрирование космических аппаратов. – Москва: Машиностроение, 1970. – 232 с.
2. Эльясберг П. Е. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. – Москва: Наука, 1965. – 540 с.
3. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. – Москва: Мир, 1975. – 534 с.
4. Херрик С. Астродинамика. – Москва: Мир, 1978. – 359с.
5. Сихарулидзе Ю.Г. Баллистика летательных аппаратов. – Москва: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 352 с.
6. Решетнев М.Ф., Лебедев А.А., Бартенев В.А., Красильщиков М.Н., Мальшев В.А., Мальшев В.А., Управление и навигация искусственных спутников Земли на околокруговых орбитах. – Москва: Машиностроение, 1988. 336с.
7. Соловьёв Ц.В., Тарасов Е.В. Прогнозирование межпланетных полетов. – Москва: Машиностроение, 1973. – 400 с.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Организация занятий по дисциплине «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» проводится по следующим видам учебной работы:

интерактивные практические занятия (семинары), подготовку самостоятельных работ и их последующую защиту.

Реализация компетентного подхода в рамках направления подготовки 01.06.01 «Математика и механика» предусматривает сочетание в учебном процессе контактной работы с преподавателем и внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся для более полного формирования и развития его профессиональных навыков, самостоятельное изучение некоторых тем курса и подтверждение своих знаний в ходе контрольных мероприятий.

Аспирант обязан освоить все темы, предусмотренные учебно-тематическим планом дисциплины. Отдельные темы и вопросы обучения выносятся на самостоятельное изучение. Аспирант изучает рекомендованную литературу и кратко конспектирует материал, а наиболее сложные вопросы, требующие разъяснения, уточняет во время консультаций. Аналогично следует поступать с разделами курса, которые были пропущены в силу различных обстоятельств.

Целью практических занятий и семинаров является получение аспирантами знаний и выработка практических навыков работы в области баллистики и навигации ракет-носителей. Для достижения этих целей используются как традиционные формы работы – решение задач, работа с технологическим оборудованием/специализированным программным обеспечением при выполнении лабораторных работ и т.п., так и интерактивные методы – групповая работа, анализ конкретных ситуаций, и т.п.

С помощью метода анализа конкретной ситуации у обучающихся развиваются такие квалификационные качества, как умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение коммуницировать, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, поступающую в вербальной форме. Практические занятия и семинары проводятся в специальных аудиториях, оборудованных необходимыми наглядными материалами.

Самостоятельная работа охватывает проработку обучающимися отдельных вопросов теоретического курса.

Самостоятельная работа осуществляется в индивидуальном формате на основе учебно-методических материалов дисциплины (*приложения 2-4*). Уровень освоения материала по самостоятельно изучаемым вопросам курса проверяется при проведении текущего контроля и аттестационных испытаний (экзамен и/или зачет) по дисциплине.

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств, сформированный для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»__представлен в *приложении 1* к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

доцент департамента механики и мехатроники

должность


подпись

О.Е. Самусенко

инициалы, фамилия

ст.преп. департамента механики и мехатроники

должность


подпись

Т.А. Морозова

инициалы, фамилия

Руководитель программы

профессор департамента механики и мехатроники

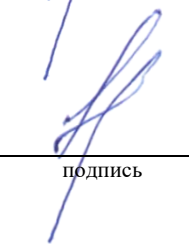
должность, название кафедры


подпись

Ю.Н. Разумный

инициалы, фамилия

**Директор департамента
механики и мехатроники**


подпись

Ю.Н. Разумный

инициалы, фамилия