

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.06.2023 15:30
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

Инженерная академия

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Space Flight Mechanics / Механика космического полета

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

27.03.04 Управление в технических системах

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Data Engineering and Space Systems Control / Data Engineering и управление космическими системами (АНГЛ.)

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

Форма обучения: очная

2023 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Механика космического полета» является получение студентами представления об основных принципах, задачах и методах теории космического полета.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Механика космического полета» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
		ОПК-1.2. Умеет использовать их в профессиональной деятельности
		ОПК-1.3. Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний
ОПК-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1 Владеет математическими методами, основами программирования и специализированными системами программирования для реализации алгоритмов решения прикладных задач
		ОПК-2.2 Умеет осуществлять выбор и адаптацию математических методов и программного обеспечения к решению практических задач
		ОПК-2.3 Владеет навыками разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Знает теоретические основы и принципы математического моделирования
		ОПК-3.2 Умеет разрабатывать и использовать методы математического моделирования, информационные технологии для решения задач прикладной математики
		ОПК-3.3 Владеет практическими навыками решения задач прикладной математики, методами математического моделирования, информационными технологиями и основами их использования в профессиональной деятельности, навыками профессионального мышления и арсеналом методов и подходов, необходимыми для адекватного

		использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах
ПК-1	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям, в том числе данные дистанционного зондирования Земли	<p>ПК-1.1 Знает современные методы того, как собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p> <p>ПК-1.2 Умеет применять современные методы и средства для обработки и интерпретации данные научных исследований</p> <p>ПК-1.3 Владеет основными навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>
ПК-2	Способен участвовать в разработке схемотехнической документации на систему управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	<p>ПК-2.1 Знает основные подходы к разработке математических моделей узлов, функциональных модулей и приборов системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов</p> <p>ПК-2.2 Умеет составлять аналитические обзоры и научно-технические отчеты по результатам исследований и разработок</p> <p>ПК-2.3 Имеет навыки проектирования функциональных узлов и блоков системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов</p>
ПК-4	Способен формулировать, анализировать и решать инженерные задачи в области баллистики, механики движения и управления движением космических аппаратов на основе профессиональных знаний	<p>ПК-4.1 Знает основные понятия и основные алгоритмы решения задач в области баллистики, механики движения и управления движением на основе автоматизированных и автоматических систем</p> <p>ПК-4.2 Умеет решать инженерные задачи аналитического характера в области баллистики, механики движения и управления движением космических аппаратов на основе профессиональных знаний</p> <p>ПК-4.3 Владеет навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований, основными методами анализа механики движения и управления движением космических аппаратов на базе стандартных методик и пакетов программ</p>

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Механика космического полета» относится к обязательной части блока Б1.О.02.15.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Механика космического полета».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Математический анализ Алгебра и геометрия Физика Дифференциальные уравнения Теория вероятностей Технологии программирования Теоретическая механика Математическая статистика	Комплексный анализ Уравнения математической физики Технологии программирования Теория автоматического управления Численные методы Оптимальное управление Основы геоинформационных систем Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научноисследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита
ОПК-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Математический анализ Алгебра и геометрия Физика Дифференциальные уравнения Теория вероятностей Технологии программирования Теоретическая механика Математическая статистика	Комплексный анализ Уравнения математической физики Технологии программирования Теория автоматического управления Численные методы Оптимальное управление Основы геоинформационных систем Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков)

			<p>научноисследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика</p> <p>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита</p>
ОПК-3	<p>Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>Математический анализ Алгебра и геометрия Физика Дифференциальные уравнения Теория вероятностей Технологии программирования Теоретическая механика Математическая статистика</p>	<p>Комплексный анализ Уравнения математической физики Технологии программирования Теория автоматического управления Численные методы Оптимальное управление Основы геоинформационных систем Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научноисследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика</p> <p>Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита</p>

ПК-1	Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям, в том числе данные дистанционного зондирования Земли	Дифференциальные уравнения Теория вероятностей Технологии программирования Теоретическая механика Математическая статистика Дискретная математика	Технологии программирования Численные методы Оптимальное управление Основы геоинформационных систем Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научноисследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2	Способен участвовать в разработке схемотехнической документации на систему управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	Дифференциальные уравнения Теория вероятностей Технологии программирования Теоретическая механика Математическая статистика Дискретная математика	Технологии программирования Численные методы Оптимальное управление Основы геоинформационных систем Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научноисследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение, подготовка к

			процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ПК-4	Способен формулировать, анализировать и решать инженерные задачи в области баллистики, механики движения и управления движением космических аппаратов на основе профессиональных знаний	Теоретическая механика Механика космического полета	Оптимальное управление Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научноисследовательской работы) Технологическая практика Преддипломная практика Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Механика космического полета» составляет 4 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)					
		3	4	5	6	7	
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	<i>144</i>	<i>144</i>					
Лекции (ЛК)	36	36	34	36	36	36	
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	34	36	36	36	
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18	18	34	36	36	36	
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	<i>45</i>	<i>45</i>	<i>51</i>	<i>45</i>	<i>45</i>	<i>81</i>	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	<i>27</i>	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	900	144	180	180	180	216
	зач.ед.	25	4	5	5	5	6

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Элементы небесной механики	Тема 1.1. Небесная сфера. Главные круги, линии и точки небесной сферы. Прецессия и нутация земной оси. Истинная и средняя точки весеннего равноденствия.	ЛК
	Тема 1.2. Системы небесных координат. Геоцентрические прямоугольные системы координат. Основные формулы сферической тригонометрии в астрономии.	ЛК, СЗ
	Тема 1.3. Расчет времени. Звездное и солнечное время. Всемирное время. Истинные и средние звездные сутки. Истинные и средние солнечные сутки. Атомное время. Поясное время. Календарь.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Основы теории невозмущенного движения космических аппаратов	Тема 2.1. Круговая и первая космическая скорости. Параболическая и вторая космическая скорости.	ЛК
	Тема 2.2. Решение дифференциальных уравнений невозмущенного движения космического аппарата.	ЛК, ЛР
	Тема 2.3. Интеграл энергии. Интегралы площадей. Интегралы Лапласа. Законы Кеплера.	ЛК, СЗ
	Тема 2.4. Уравнение Кеплера для эллиптических, параболических и гиперболических орбит. Методы решения уравнения Кеплера. Кеплеровы элементы орбит и их определение по начальным условиям движения КА.	ЛК, СЗ
Раздел 3. Специальные типы орбит космических аппаратов, определяемых в рамках невозмущенного движения.	Тема 3.1. Локально-геостационарные орбиты космических аппаратов: основные определения и соотношения. Частные случаи локально-стационарных орбит: геостационарная круговая орбита, эллиптическая орбита типа «Молния». Геометрическая интерпретация процедуры выбора локально-стационарной орбиты по заданным ограничениям.	ЛК, СЗ

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)

Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	Matlab
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве 15 шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Matlab
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. Эльясберг П.Е. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. – М.: Едиториал УРСС, 2020. 542 с.
2. Емельянов Н. В. Практическая небесная механика. – М.: Физический факультет МГУ, 2018. 270 с.
3. Разумный Ю.Н., Школьников Д.О. Основные интегралы невозмущенного движения и уравнение Кеплера. Учебное пособие по курсу «Теория полета космических аппаратов». -М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 38 с.
4. Машиностроение. Энциклопедия. Ред совет: К.В. Фролов (пред.) и др. -М.: Машиностроение. Ракетно-космическая техника. Т. IV-22 / А.П. Аджян, Э.Л. Аким, О.М. Алифанов и др.; отв. ред. В.П. Легостаев, редакторы Э.А. Аким, Ю.П. О.М. Алифанов, В.В. Вахниченко, Г.Н. Заславский, А.А. Дядькин, В.В. Ивашкин, Б.И. Каторгин, Ю.Н.

- Разумный, Ю.П. Улыбышев,. В 2 кн. Кн. 1. 2012. Раздел 2.5. Спутниковые системы. С. 180-224.
5. Охоцимский Д.Е., Сихарулидзе Ю.Г. Основы механики космического полета. М.: Наука, 1990. – 445 с.
 6. Эльясберг П.Е. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. - М.: Наука, 1965. - 540 с.
 7. Механика космического полета. Под ред. акад. Мишина В.П. – М.:Машиностроение, 1989.
 8. Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов. 2-е издание. - М: Дрофа, 2004.

б) дополнительная литература

1. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. М.: Наука. – 1968, 800 с.
2. Космодемьянский А.А. Динамика космического полета. Изд-во Либроком, 2011. – 248 с.
3. Константинов М.С., Каменков Е.Ф., Перельгин Б.П., Безвербый В.К. Механика космического полета. Под ред. В.П. Мишина. М.: Машиностроение. - 1989. – 408 с.
4. 3. Разумный Ю.Н. Локально стационарные орбиты искусственных спутников Земли. Труды 25-х Чтений К.Э. Циолковского. Сборник «Проблемы ракетной и космической техники». -М., ИИЕТ, 1991г. 3 с.
5. Разумный Ю.Н., Школьников Д.О. Баллистическое проектирование спутниковых систем связи на основе использования локально-стационарных орбит. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». Спец. выпуск «Актуальные проблемы развития ракетно-космической техники и систем вооружения», 2008. С. 61-69.

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/>
 - ЭБС «Троицкий мост»
2. 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/>
 - реферативная база данных SCOPUS <http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля*:

1. Курс лекций по дисциплине «Механика космического полета».
2. Лабораторный практикум по дисциплине «Механика космического полета».
3. Методические указания по выполнению и оформлению курсовой работы/проекта по дисциплине «Механика космического полета».

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

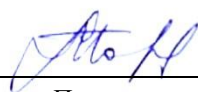
Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Механика космического полета» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Ст.преп. департамента механики
процессов управления

Должность, БУП



Подпись

Т.А. Морозова

Фамилия И.О.

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

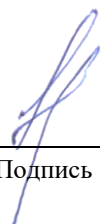
Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:
Директор департамента механики и
процессов управления

Наименование БУП



Подпись

Ю.Н. Разумный

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:
Доцент департамента механики и
процессов управления

Должность, БУП



Подпись

О.А. Салтыкова

Фамилия И.О.