

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о подписавшем:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.06.2022 15:20:37
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

Проектирование орбитальных тросовых систем

(наименование дисциплины)

Рекомендовано МССН для направления подготовки

01.04.02 Прикладная математика и информатика

(код и наименование направления подготовки)

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

Баллистическое проектирование космических комплексов и систем

(наименование (направленность/профиль) ОП ВО)

2022 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Проектирование орбитальных тросовых систем» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области проектирования крупногабаритных космических конструкций с гибкими связями, изучение динамики орбитального полета тросовых систем, анализ автономных динамических систем второго порядка на основе математического аппарата качественной теории динамических систем и теории бифуркаций, решение практических задач с применением орбитальных тросовых систем, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение математических моделей, описывающих движение крупногабаритных космических конструкций с гибкими связями;
- применение орбитальных тросовых систем для решения практических задач;
- обучение студентов корректной постановке и решению задач, связанных с проектированием орбитальных тросовых систем.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Проектирование межпланетных траекторий космических аппаратов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; УК-1.2 Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; УК-1.3 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов; УК-1.4 Предлагает варианты решения задачи, анализирует возможные последствия их использования;
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 разрабатывать математические модели и проводить их	ОПК-3.1 Разрабатывает математические модели в области прикладной математики и

	анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	информатики; ОПК-3.2 Анализирует математические модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности; ОПК-3.3 Разрабатывает и анализирует новые математические модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики;
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	ПК-1.1 Знает современные методы того, как собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям; ПК-1.2 Умеет применять современные методы и средства для обработки и интерпретации данные научных исследований; ПК-1.3 Владеет основными навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям;
ПК-3	Способен участвовать в проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов	ПК-3.1 Знает основные математические методы и современные инструментальные средства в области баллистического проектирования космических комплексов и систем; ПК-3.2 Владеет базовыми знаниями по стандартам, нормам и правилами разработки проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов; ПК-3.3 Умеет применять математические методы и современные информационные технологии при проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Дисциплина «Проектирование межпланетных траекторий космических аппаратов» относится к базовой части блока Б1.О.02.02

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики,

способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Технологии программирования»

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/ модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Проектирование орбитальных маневров космических аппаратов	-
ОПК-2	Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Проектирование орбитальных маневров космических аппаратов Основы управления космическим движением	-
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	Прикладные задачи математического моделирования Численные методы решения задач математического моделирования	-
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	Прикладные задачи математического моделирования Численные методы решения задач математического моделирования	-
ПК-3	Способен участвовать в проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов	Прикладные задачи математического моделирования Численные методы решения задач математического моделирования Проектирование орбитальных маневров космических аппаратов	Тематическая интерпретация данных дистанционного зондирования Земли

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
Лекции (ЛК)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17	17
Курсовая работа (КР)	0	0
Самостоятельная работа обучающегося, ак.ч.	66	66
Контроль (экзамен), ак.ч.	27	27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144
	зач.ед.	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Виды учебной работы
Семестр 1		
Раздел 1 Введение.	Тема 1.1. Основные свойства космических тросовых систем и перспективы их применения для повышения эффективности ракетно-космической техники. Тема 1.2. Отличительные свойства космических тросовых систем и общая структура комплексного подхода решения задач динамики. Тема 1.3. Возможные направления повышения эффективности ракетно-космической техники за счет использования тросовых систем.	Л, ЛР, СЗ
Раздел 2 Математические модели управляемого движения связанных космических объектов	Тема 2.1. Движение твердой гантели в центральном поле силы тяготения. Тема 2.2. Уравнения движения тросовой системы. Тема 2.3. Математическая модель управляемого компланарного движения связанных объектов в безразмерных переменных. Тема 2.4. Модель некомпланарного движения связанных объектов при комбинированном управлении. Тема 2.5. Модель движения тросовой системы с учетом весомости соединительного троса	
Раздел 3 Определение режимов движения тросовых систем	Тема 3.1. Содержание качественного исследования динамической системы управляемого движения связанных объектов. Тема 3.2. Простые и сложные состояния равновесия. Предельные циклы динамической системы. Тема 3.3. Бифуркации и качественные структуры динамической системы.	Л, ЛР, СЗ
Раздел 4 Общий подход к решению задач	Тема 4.1. Перспективы применения связки для вывода КА на орбиту и спуска с орбиты на Землю. Тема 4.2. Возможные схемы вывода КА на орбиту. Тема 4.3. Спуск с орбиты и основные характеристики,	Л, ЛР, СЗ

		определяющие траекторию снижения спускаемого аппарата	
Раздел 5 Вывод КА на орбиту	КА на	Тема 5.1. Характеристики абсолютного движения связанных объектов. Тема 5.2. Основные зависимости для определения параметров орбиты КА и характеристики эффективности применения тросовой системы. Тема 5.3. Вывод КА на орбиту с применением различных режимов движения тросовой системы	Л, ЛР, СЗ
Раздел 6 Спуск орбиты	КА с	Тема 6.1. Спуск с использованием равновесного стационарного режима движения связки. Тема 6.2. Применение режима колебаний связки для спуска объектов с орбиты на Землю. Тема 6.3. Спуск из режима вращения связки вокруг центра масс. Тема 6.4. Спуск с орбиты с использованием режима прямолинейного развертывания связки.	Л, ЛР, СЗ
Раздел 7 Выигрыш в энергетике за счет применения тросовых систем	в	Тема 7.1. Характеристическая скорость и экономия топлива, определяющие выигрыш в энергетике при выведении КА на орбиту. Тема 7.2. Выигрыш в энергетике за счет применения тросовой системы для спуска объектов с орбиты на Землю.	Л, ЛР, СЗ
Раздел 8 Транспортное обслуживание космических объектов		Тема 8.1. Общая характеристика транспортных операций в космосе. Тема 8.2. Транспортное обслуживание КА без расцепления тросовой системы. Тема 8.3. Обслуживание КА, движущихся по круговой орбите. Облет системы КА на круговых орбитах. Тема 8.4. Обслуживание КА, движущихся по эллиптической орбите. Тема 8.5. Транспортное обслуживание с расцеплением тросовой системы. Вывод привязного объекта в расчетную точку встречи с КА.	Л, ЛР, 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	

Семинарская	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием	Anaconda Python 3
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	Anaconda Python 3

аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается обязательно

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. Полет космических аппаратов. Примеры и задачи /Ю.Ф. Авдеев [и др.]. М. : Машиностроение, 1990. 272 с.
2. Динамика космических систем с тросами и шарнирными соединениями / А.П. Алпатов [и др.]. М. : Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2007. 560 с.
3. Качественная теория динамических систем второго порядка / А.А. Андронов [и др.]. М. : Наука, 1960. 568 с.
4. Теория бифуркаций динамических систем на плоскости / А.А. Андронов [и др.]. М. : Наука, 1967. 488 с.
5. Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. М. : Наука, 1997. 432 с.
6. Белецкий В.В., Левин Е.М. Динамика космических тросовых систем. М. : Наука, 1990. 336 с.
7. Белецкий В.В., Новикова Е.Т. Об относительном движении связки двух тел на орбите // Космические исследования. 1969. Т. VII, Вып. 3. С. 377–384.
8. Безопасность космических полетов / Г.Т. Береговой [и др.]. М. : Машиностроение, 1977. 264 с.
9. Иванов В.А., Купреев С.А., Либерзон М.Р. Космические тросовые системы. Некоторые аспекты практического использования: монография. М.: СИП РИА, 2005. 100 с.
10. Иванов В.А., Купреев С.А., Либерзон М.Р. Сближение в космосе с использованием тросовых систем: монография. М.: Хоружевский, 2010. 360 с.

11. Иванов В.А., Купреев С.А., Ручинский В.С. Космические тросовые системы: учебное пособие. М.: Альфа-М, 2014. 208 с.

12. Иванов В.А., Купреев С.А., Ручинский В.С. Орбитальное функционирование связанных космических объектов: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2014. 320 с.

б) дополнительная литература

1. Динамика Солнечной системы. Мюррей К., Дермотт С., М.: Физматлит, 2010 - 588 с.;
2. Прогнозирование межпланетных полетов. Соловьев Ц.В., Тарасов Т.В., М.: Машиностроение, 1973 – 400 с.;
3. Механика космического полета. Часть 2. Межорбитальные перелеты. Учебно-методическое пособие. В.Г. Петухов, 2005 – 32 с.;
4. Расчет движения космического аппарата с малой тягой. Математические методы в динамике космических аппаратов № 5. Лебедев В.И., М.: ВЦ АН СССР, 1968 – 108 с.;
5. Lunar and Interplanetary Trajectories. Biesbroek R., Springer, 2016 – 228 p.;
6. Dynamical Systems, the Three-Body Problem and Space Mission Design. Koon W.S., Lo M.W., Marsden J. E., Ross S.D., Free online Copy: Marsden Books, 2006 – 331 p.

в) научные журналы

7. Космические исследования. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 1967 - н.в. (<http://www.maik.ru/ru/journal/kosiss/>)
8. Acta Astronautica. London: Elsevier S&T, 1955 – till present. (<http://www.journals.elsevier.com/acta-astronautica/>)
9. Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy. Springer, 1969 - till present. (<http://www.springer.com/astronomy/astrophysics+and+astroparticles/journal/10569>)
10. Journal of Guidance, Control, and Dynamics. American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), 1978 - till present. (<http://arc.aiaa.org/loi/jgcd>).

г) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1) Электронно-библиотечная система (ЭБС) РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- 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 «Технологии программирования»

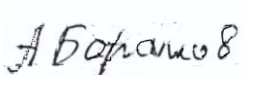


* все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины в ТУИС

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 «Теория автоматического управления» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор ДМПУ		Баранов А.А.
_____ Должность, БУП	_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.
РУКОВОДИТЕЛЬ БУП: ДМПУ		Разумный Ю.Н.
_____ Наименование БУП	_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.
РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО: Профессор ДМПУ		Разумный Ю.Н.
_____ Должность, БУП	_____ Подпись	_____ Фамилия И.О.