

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.07.2022 10:19:04
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a987dae18a

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

Инженерная академия

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Modern Methods of Space Flight Mechanics /
Современные методы механики космического полета**

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

27.04.04 «Управление в технических системах»

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

Space Engineering / Космическая инженерия

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Modern Methods of Space Flight Mechanics / Современные методы механики космического полета» является получение знаний, умений, навыков и опыта деятельности в области проектирования космических спутниковых систем различного назначения, маневрирования космических аппаратов на орбите, методов их расчета и оптимизации, характеризующих этапы формирования компетенций и обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Изучение дисциплины «Modern Methods of Space Flight Mechanics / Современные методы механики космического полета» предусматривает приобретение практических навыков при решении проектных задач формирования и расчета движения космических аппаратов, орбитальных структур различного назначения, решение конкретных инженерных задач, связанных с выводением, маневрированием на орбите, применение методов математического моделирования в решении поставленных задач с использованием современных компьютерных средств.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Освоение дисциплины «Modern Methods of Space Flight Mechanics / Современные методы механики 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 анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики | Знает основные законы, положения и методы в области естественных наук и математики |
| | | Умеет выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах руководствуясь законами и методами естественных наук и математики |
| | | Владеет инструментами анализа проблем управления в технических системах |
| ОПК-3 | Способен самостоятельно получать новые знания, умения и навыки для решения задач управления в технических системах | Знает основные подходы к решению задач управления в технических системах |
| | | Умеет применять основные подходы на базе последних достижений науки и техники к решению задач управления в технических системах |
| | | Владеет методами решения задач управления в технических системах, основанных на последних достижениях науки и техники |
| ОПК-7 | Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления | Умеет разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические и системотехнические решения для систем автоматизации и управления |
| | | Умеет разрабатывать аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления |
| | | Владеет подходами для осуществления обоснованного выбора и реализации на практике схемотехнических, системотехнических и аппаратно-программных решений для систем |

| | | |
|--------|--|--|
| | | автоматизации и управления |
| ОПК-10 | Способен руководить разработкой методических и нормативных документов, технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству | Знаком с основными подходами к разработке методических и нормативных документов, технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств |
| | | Владеет подходами для руководства разработкой технической документации и нормативных документов в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству |
| ПК-1 | Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области управления аэрокосмическими системами, выбирать методы и средства решения профессиональных задач | Знает методы и средства решения задач научных исследований в области систем искусственного интеллекта и робототехнических систем |
| | | Умеет формулировать цель и задачи научных исследований в профессиональной области |
| | | Владеет приемами для формулировки цели и задач научных исследований, умеет выбирать методы и средства решения задач профессиональной деятельности |
| ПК-2 | Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в области управления аэрокосмическими системами | Знает современные теоретические и экспериментальные методы, применяемые для разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов профессиональной деятельности |
| | | Умеет определять эффективность применяемых методов для разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов |
| | | Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами для разработки математических моделей объектов и процессов профессиональной деятельности по направлению подготовки |

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Modern Methods of Space Flight Mechanics / Современные методы механики космического полета» относится к вариативной части, блока 1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Modern Methods of Space Flight Mechanics / Современные методы механики космического полета».

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

| Шифр | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины | Последующие дисциплины (группы дисциплин) |
|--------|--|--|--|
| ОПК-1 | Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем управления в технических системах на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики | Numerical Methods for Solving Mathematical Modelling Problems / Численные методы для решения задач математического моделирования | |
| ОПК-3 | Способен самостоятельно получать новые знания, умения и навыки для решения задач управления в технических системах | | Modern Methods of Space Flight Mechanics / Современные методы механики космического полета |
| ОПК-7 | Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления | | Applied Mechanics and Engineering / Прикладная механика и проектирование инженерных систем |
| ОПК-10 | Способен руководить разработкой методических и нормативных документов, технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству | Contemporary Problems of Control Theory/ Современные проблемы теории управления | |
| ПК-1 | Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области | | Undergraduate Training / Преддипломная практика |

| | | | |
|------|--|--|--|
| | управления аэрокосмическими системами, выбирать методы и средства решения профессиональных задач | | |
| ПК-2 | Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в области управления аэрокосмическими системами | | Undergraduate Training / Преддипломная практика |

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестр |
|--|-------------|---------|
| | | 3 |
| Аудиторные занятия (всего) | 72 | 72 |
| В том числе: | | |
| <i>Лекции (ЛК)</i> | 36 | 36 |
| <i>Семинары / Практические занятия (ПЗ)</i> | 36 | 36 |
| <i>Лабораторные работы (ЛР)</i> | | |
| Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч. | 81 | 81 |
| Контроль (экзамен), ак.ч. | 27 | 27 |
| Общая трудоемкость, час | 180 | 180 |
| Общая трудоемкость, зач. ед. | 5 | 5 |

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы |
|-------|---|---|--------------------|
| 1. | Методы расчета возмущенного движения космических аппаратов в силовом поле нескольких небесных тел | 1. Задача двух тел. Эмпирические законы Кеплера. Первые интегралы задачи Кеплера. Фазовый портрет. Оскулирующие элементы. Уравнения возмущенного движения в оккупирующих элементах. 2. Задача трех тел. Ограниченная круговая задача трех тел. Устойчивость точек либрации. Области Хилла. Задача Ситникова. Гравитационный потенциал Земли. Задача Эйлера о двух неподвижных притягивающих центрах. Обобщенная задача двух неподвижных центров. | ЛК, СЗ |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>3. Задача N тел. Устойчивость Солнечной системы. Теорема Лапласа. КАМ теория. Исследования Жака Ласкара.</p> <p>4. Движение твердого тела в центральном гравитационном поле. Спутниковое приближение. Ограниченная постановка задачи о движении спутника. Относительные равновесия. Задача о Леонове и заглужке.</p> <p>5. Влияние светового давления на движение космического аппарата. Солнечный парус.</p> | |
|--|--|--|

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. | |
| 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 ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций. | |
| 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 обеспечение дисциплины

а) основная литература:

– Аверкиев Н.Ф., Власов С.А., Богачев С.А., Жаткин А.Т., Кульвиц А.В. Баллистические основы проектирования ракет-носителей и спутниковых систем: учебник. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2017. – 300 с.

– Баранов А.А. Маневрирование космических аппаратов в окрестности круговой орбиты. – М.: Издательство «Спутник+», 2016. – 512 с.

– Бордовицына Т.В., Авдюшев В.А. Теория движения искусственных спутников Земли. Аналитические и численные методы: учебное пособие. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2007. – 178 с.

– Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. Выпуск №4. – М.: Издательская группа URSS, 2017. – 432 с.

б) дополнительная литература:

– Власов С.А., Кульвиц А.В., Скрипников А.Н. Теория полета космических аппаратов: учебник. – СПб: ВКА имени А.Ф. Можаского, 2018. – 412 с.

– Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов: учебник. 3-е издание. – М.: Дрофа, 2016. – 528 с.

– Сазонов В.В., Барбашова Т.Ф. Лекции по механике космического полета. Специальный курс. – М.: Изд-во МГУ, 2018. – 152 с.

– 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, Кн. 1. 2012. Раздел 2.5. Спутниковые системы. С. 180-224.

– Разумный Ю.Н., Школьников Д.О. Основные интегралы невозмущенного движения и уравнение Кеплера: учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 38 с.

Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

– программное обеспечение общего анализа космических миссий GMAT;

– библиотека низкоуровневой пространственной динамики Orekit;

– программа моделирования и информационного обеспечения полетов (МИОП);

– средства разработки программного обеспечения Python, C++ и др.

б) базы данных, информационно-справочные 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/>.

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 «Modern Methods of Space Flight Mechanics / Современные методы механики космического полета» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент ДМПУ



Салтыкова О.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.