

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 01.06.2023 11:16:49

Уникальный программный ключ:

ca953a0120d891083f939673078e11a987dae18a

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

Инженерная академия

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Dynamics and Control of Space Systems /

Динамика и управление космическими системами

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МСЧН 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)

2023 г.

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью освоения дисциплины «Dynamics and Control of Space Systems / Динамика и управление космическими системами» 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 «Динамика и управление космическими системами» 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 «Dynamics and Control of Space Systems / Динамика и управление космическими системами» 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	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 «Dynamics and Control of Space Systems / Динамика и управление космическими системами» 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 «Dynamics and Control of Space Systems / Динамика и управление космическими системами».

Таблица № 3.1

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 управления аэрокосмическими системами, выбирать методы и средства решения профессиональных задач		Undergraduate Training / Преддипломная практика
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 14 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	180	90	90
В том числе:			
<i>Лекции (ЛК)</i>	108	54	54
<i>Семинары / Практические занятия (ПЗ)</i>	72	36	36
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>			
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	261	99	162
Контроль (экзамен), ак.ч.	63	27	36
Общая трудоемкость, час	504	216	288
Общая трудоемкость, зач. ед.	14	6	8

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
Методы оптимизации орбитальных структур спутниковых систем	1. Общие принципы проектирования спутниковых систем. Способы построения систем глобального непрерывного обзора районов Земли. Баллистическое проектирование систем зонального непрерывного обзора поверхности Земли. 2. Определение времени разрыва в наблюдении одной фронтальной группой всей поверхности Земли. Способы построения спутниковых систем периодического обзора поверхности Земли. Построение баллистических структур систем обзора всей поверхности Земли с малыми разрывами в	ЛК, СЗ

	<p>наблюдении. Построение систем периодического обзора района на поверхности Земли. Баллистическое проектирование вероятностных систем космических аппаратов.</p> <p>3. Системы космических аппаратов связи. Спутниковые радионавигационные системы. Особенности построения метеорологических спутниковых систем. Построение систем обзора космического пространства. Баллистическое проектирование систем с использованием баллистически связанных групп космических аппаратов.</p> <p>4. Космические тросовые системы. Орбитальное функционирование связанных космических объектов. Сближение в космосе с использованием тросовых систем. Метод формирования оптимальных режимов управляемого движения тросовых систем при решении практических задач.</p>	
Численно-аналитические методы оптимизации орбитальных маневров	<p>1. Уравнения движения космических аппаратов в отклонениях от движения по опорной круговой орбите. Одноимпульсные маневры. Изменение формы орбиты в результате приложения импульса скорости. Оценка величины маневров, выбор начального отклонения вдоль орбиты при старте космического аппарата. Необходимые условия оптимальности. Основные типы задач оптимального маневрирования космических аппаратов.</p> <p>2. Оптимальное маневрирование в проблеме космического мусора. Маневры уклонения космического аппарата от столкновения с космическим мусором. Оценка маневров, выполненных активным космическим объектом.</p> <p>3. Оптимальное маневрирование в задаче космического обслуживания. Планирование оптимального обслуживания группировки космических аппаратов, находящихся на некомпланарных орбитах. Оценка маневров, выполняемых активным космическим аппаратами, при переводе в окрестность обслуживаемых объектов.</p>	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	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	(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. Можайского, 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.
- 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 «Dynamics and Control of Space Systems / Динамика и управление космическими системами» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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.