

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 28.05.2026 15:21:31

Уникальный программный ключ:

ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»

Инженерная академия

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ КОСМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

(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):

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ, МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ И КОСМИЧЕСКИЕ НАУКИ

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Динамика и управление космическими системами» входит в программу магистратуры «Искусственный интеллект, машинное обучение и космические науки» по направлению 27.04.04 «Управление в технических системах» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Кафедра механики и процессов управления. Дисциплина состоит из 2 разделов и 7 тем и направлена на изучение и приобретение практических навыков при решении проектных задач формирования и расчета движения космических аппаратов, орбитальных структур различного назначения, решение конкретных инженерных задач, связанных с выведением, маневрированием на орбите, применение методов математического моделирования в решении поставленных задач с использованием современных компьютерных средств.

Целью освоения дисциплины 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.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «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-9	Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	ОПК-9.1 Владеет современными информационными технологиями и техническими средствами для проведения экспериментов на действующих объектах;; ОПК-9.2 Имеет навыки разработки методик и волнения экспериментов на действующих объектах;; ОПК-9.3 Имеет навыки разработки методики и выполнения экспериментов на действующих объектах с обработкой результатов посредством информационных технологий;
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в области управления аэрокосмическими системами	ПК-2.1 Знает современные теоретические и экспериментальные методы, применяемые для разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов профессиональной деятельности;; ПК-2.2 Умеет определять эффективность применяемых методов для разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов;; ПК-2.3 Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами для разработки математических моделей объектов и процессов профессиональной деятельности по направлению подготовки;
ПК-4	Способен участвовать в проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов	ПК-4.1 Знаком с основными методами и подходами, применяемыми для решения задач в области искусственного интеллекта и робототехнических систем;; ПК-4.2 Владеет методами решения профессиональных задач в области искусственного интеллекта и робототехнических систем;; ПК-4.3 Умеет применять математические методы и современные информационные технологии при проведении научных исследований;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Dynamics and Control of Space Systems» относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Dynamics and Control of Space Systems».

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-9	Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	Introduction to Geospatial Technology; Advance Python Programming for Spatial Analytics; Operations Research and Optimization Techniques;	Undergraduate practice / Преддипломная практика;
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в области управления аэрокосмическими системами	Research work / Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Mathematics for Spatial Sciences; Operations Research and Optimization Techniques;	Undergraduate practice / Преддипломная практика;
ПК-4	Способен участвовать в проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов	Research work / Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы); Artificial Intelligence;	Undergraduate practice / Преддипломная практика;

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Динамика и управление космическими системами» составляет «3» зачетные единицы

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
Контактная работа, ак.ч	34		34
Лекции (ЛК)	17		17
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17		17
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	74		74
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	ак.ч.	108	108
	зач.ед.	3	3

Общая трудоемкость дисциплины «Динамика и управление космическими системами» составляет «3» зачетные единицы

Таблица 4.2. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
Контактная работа, ак.ч	34		34
Лекции (ЛК)	17		17
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17		17
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	74		74
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	ак.ч.	108	108
	зач.ед.	3	3

Общая трудоемкость дисциплины «Динамика и управление космическими системами» составляет «3» зачетные единицы

Таблица 4.3. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
Контактная работа, ак.ч	34		34
Лекции (ЛК)	17		17
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17		17
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	74		74
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	0		0
Общая трудоемкость дисциплины ак.ч.	ак.ч.	108	108
	зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*	
Раздел 1	Методы оптимизации орбитальных структур спутниковых систем	1.1	Общие принципы проектирования спутниковых систем. Способы построения систем глобального непрерывного обзора районов Земли. Баллистическое проектирование систем зонального непрерывного обзора поверхности Земли.	Общие принципы проектирования спутниковых систем: целевое назначение, состав, структура, требования к точности и оперативности. Способы построения систем глобального непрерывного обзора: низкоорбитальные группировки, геостационарные системы, орбиты «Молния». Баллистическое проектирование систем зонального непрерывного обзора: выбор параметров орбит (высота, наклонение, эксцентриситет), определение числа аппаратов в группировке, анализ зон покрытия.	ЛК, СЗ
		1.2	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 наблюдении. Построение систем периодического обзора района на поверхности Земли. Баллистическое проектирование вероятностных систем космических аппаратов.	Определение временного разрыва в наблюдении одной фронтальной группой. Способы построения систем периодического обзора: использование кратных орбит, смещение фаз. Построение баллистических структур для глобального обзора с заданной периодичностью: оптимизация расположения спутников, учёт широтного пояса.	ЛК, СЗ
		1.3	Системы космических аппаратов связи. Спутниковые радионавигационные системы. Особенности построения метеорологических спутниковых систем.	Системы спутниковой связи: геостационарные и низкоорбитальные системы (Iridium, Globalstar, Starlink). Спутниковые радионавигационные системы: GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou — принципы построения, орбитальные структуры. Особенности метеорологических спутниковых систем: геостационарные (GOES, Meteosat) и полярно-орбитальные (NOAA, Meteor). Системы обзора космического пространства: обнаружение и отслеживание космического мусора и опасных объектов. Баллистическое проектирование систем с высокоэллиптическими орбитами.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			<p>Построение систем обзора космического пространства. Баллистическое проектирование систем с использованием баллистически связанных групп космических аппаратов.</p>		
		1.4	<p>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>	<p>Космические тросовые системы: назначение, конструкции, физические принципы. Орбитальное функционирование связанных объектов: динамика системы «спутник-трос-груз». Сближение с использованием тросовых систем. Метод формирования оптимальных режимов управляемого движения тросовых систем: минимизация энергозатрат, стабилизация.</p>	ЛК, СЗ
Раздел 2	Численно-аналитические методы оптимизации орбитальных маневров	2.1	<p>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>Уравнения движения КА в отклонениях от опорной круговой орбиты. Одноимпульсные маневры: изменение формы и ориентации орбиты. Оценка величины характеристической скорости. Выбор начального отклонения для минимизации затрат.</p>	ЛК, СЗ
		2.2	<p>Оптимальное маневрирование в проблеме космического мусора. Маневры</p>	<p>Проблема космического мусора: источники, масштабы, угрозы. Маневры уклонения: обнаружение опасного сближения, расчёт импульса, оптимизация направления и величины. Оценка маневров: затраты топлива, точность исполнения.</p>	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*
		уклонения космического аппарата от столкновения с космическим мусором. Оценка маневров, выполненных активным космическим объектом		
		2.3 Оптимальное маневрирование в задаче обслуживания. Планирование оптимального обслуживания группировки космических аппаратов, находящихся на некомпланарных орбитах. Оценка маневров, выполняемых активным космическими аппаратами, при переводе в окрестность обслуживаемых объектов	Задачи космического обслуживания: дозаправка, ремонт, увод с орбиты. Планирование обслуживания группировки на некомпланарных орбитах: оптимизация последовательности сближений, минимизация затрат топлива. Оценка маневров активного КА: точность выведения, остатки топлива.	ЛК, СЗ

* - заполняется только по ОЧНОЙ форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

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.	
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.	
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.	
Для самостоятельной работы	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

Основная литература:

1. 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.
2. Баранов А.А. Маневрирование космических аппаратов в окрестности круговой орбиты. - М.: Издательство «Спутник+», 2016. - 512 с
3. 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
4. Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. Выпуск №4. - М.: Издательская группа URSS, 2017. - 432 с.

Дополнительная литература:

1. Власов С.А., Кульвиц А.В., Скрипников А.Н. Теория полета космических аппаратов: учебник. - СПб: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2018. - 412 с.
2. Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов: учебник. 3-е издание. - М.: Дрофа, 2016. - 528 с.
3. Сазонов В.В., Барбашова Т.Ф. Лекции по механике космического полета. Специальный курс. - М.: Изд-во МГУ, 2018. - 152 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, Кн. 1. 2012. Раздел 2.5. Спутниковые системы. С. 180-224
5. 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

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 <https://mega.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 «Знаниум» <https://znanium.ru/>

2. Базы данных и поисковые системы

- Sage <https://journals.sagepub.com/>
- Springer Nature Link <https://link.springer.com/>
- Wiley Journal Database <https://onlinelibrary.wiley.com/>
- Наукометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Dynamics and Control of Space Systems».

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

РАЗРАБОТЧИКИ

Профессор

Должность

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО

Профессор

Должность

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП

Заведующий кафедрой

Должность

Баранов А.А.

Фамилия И.О

Разумный Ю.Н.

Фамилия И.О

Разумный Ю.Н.

Фамилия И.О