

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.06.2025 11:49:51
Уникальный программный ключ:
sa953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**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)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Dynamics and Control of Space Systems» 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 выводением, 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-2	Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения	ОПК-2.1 Знает основные методы решения задач управления в технических системах;; ОПК-2.2 Умеет обосновывать методы решения задач управления в технических системах;; ОПК-2.3 Владеет методами постановки задач управления в технических системах.;
ОПК-3	Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	ОПК-3.1 Знает основные подходы к решению задач управления в технических системах;; ОПК-3.2 Умеет применять основные подходы на базе последних достижений науки и техники к решению задач управления в технических системах;; ОПК-3.3 Владеет методами решения задач управления в технических системах, основанных на последних достижениях науки и техники.;
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	ОПК-4.1 Знает основные математические методы применяемые для оценки эффективности результатов систем управления;; ОПК-4.2 Умеет применять математические методы для оценки эффективности результатов систем управления;; ОПК-4.3 Владеет методами для проведения оценки эффективности результатов систем управления.;
ОПК-5	Способен проводить патентные исследования, определять формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности, распоряжаться правами на них для решения	ОПК-5.1 Знает методы и подходы к проведению патентных исследований, формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности;; ОПК-5.2 Умеет распоряжаться правами на результаты интеллектуальной деятельности для решения задач в области развития науки, техники и технологии;; ОПК-5.3 Владеет методами и подходами к проведению

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	задач в развитии науки, техники и технологии	патентных исследований, знает методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности.;
ОПК-7	Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления	ОПК-7.1 Умеет разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические и системотехнические решения для систем автоматизации и управления;; ОПК-7.2 Умеет разрабатывать аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления;; ОПК-7.3 Владеет подходами для осуществления обоснованного выбора и реализации на практике схемотехнических, системотехнических и аппаратно-программных решений для систем автоматизации и управления.;
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 «Динамика и управление космическими системами» 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 «Динамика и управление космическими системами».

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
------	--------------------------	---	--

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ОПК-2	Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения	Virtual Reality and Computer Vision; Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems; Information Technology in Mathematical Modelling; Programming Technology;	Undergraduate Training;
ОПК-3	Способен самостоятельно решать задачи управления в технических системах на базе последних достижений науки и техники	Virtual Reality and Computer Vision; Advanced Methods of Space Flight Mechanics; Programming Technology; Research work / Научно-исследовательская работа;	Undergraduate Training;
ОПК-4	Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	History and Methodology of Science; Advanced Methods of Earth Remote Sensing;	Undergraduate Training;
ОПК-5	Способен проводить патентные исследования, определять формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности, распоряжаться правами на них для решения задач в развитии науки, техники и технологии	Machine Learning and Big Data Mining; Research work / Научно-исследовательская работа;	Undergraduate Training;
ОПК-7	Способен осуществлять обоснованный выбор, разрабатывать и реализовывать на практике схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения для систем автоматизации и управления	Advanced Methods of Space Flight Mechanics; Research work / Научно-исследовательская работа;	Undergraduate Training;
ОПК-9	Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	Virtual Reality and Computer Vision;	Undergraduate Training;
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и	Research work / Научно-исследовательская работа; History and Methodology of Science; Virtual Reality and Computer Vision; <i>Artificial Neural Networks (Deep</i>	Undergraduate Training;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	процессов в области управления аэрокосмическими системами	<i>Learning</i>)**; <i>Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение)**</i> ; Information Technology in Mathematical Modelling; Advanced Methods of Space Flight Mechanics;	
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; History and Methodology of Science; Advanced Methods of Earth Remote Sensing;	Undergraduate Training;

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Dynamics and Control of Space Systems» составляет «8» зачетных единиц.

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.	72		72
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	36		36
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	180		180
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	36		36
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	288	288
	зач.ед.	8	8

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (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.	ЛК, ЛР
		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.	ЛК, ЛР
		1.3	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.	ЛК, ЛР, СЗ
		1.4	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.	ЛК, ЛР
Раздел 2	Численно-аналитические методы оптимизации орбитальных маневров	2.1	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	ЛК, ЛР
		2.2	Оптимальное маневрирование в проблеме космического мусора. Маневры уклонения космического аппарата от столкновения с космическим мусором. Оценка маневров, выполненных активным космическим объектом	ЛК, ЛР, СЗ
		2.3	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	ЛК, ЛР, 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. Можаского, 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/>

- Научометрическая база данных Lens.org <https://www.lens.org>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Динамика и управление космическими системами».

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

РАЗРАБОТЧИК:

Профессор

Должность, БУП

Подпись

Баранов Андрей

Анатолевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Заведующий кафедрой

Должность, БУП

Подпись

Разумный Юрий

Николаевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Заведующий кафедрой

Должность, БУП

Подпись

Разумный Юрий

Николаевич

Фамилия И.О.