

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 25.05.2026 13:55:42  
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:**

### **01.04.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА**

(код и наименование направления подготовки/специальности)

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

### **DATA SCIENCE И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Динамика и управление космическими системами» входит в программу магистратуры «Data Science и цифровая трансформация» по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» 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)
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;; УК-1.2 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов, предлагает варианты решения задачи, анализирует возможные последствия их использования;; УК-1.3 Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте.;
УК-7	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих	УК-7.1 Осуществляет поиск нужных источников информации и данных, воспринимает, анализирует, запоминает и передает информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач;; УК-7.2 Проводит оценку информации, ее достоверность, строит логические умозаключения на основании поступающих информации и данных.;

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	информации и данных	
ПК-1	Способен разрабатывать новые методики выполнения аналитических работ	ПК-1.1 Знает основные методы и подходы к анализу данных;; ПК-1.2 Умеет применять известные методы и подходы для проведения анализа данных;; ПК-1.3 Владеет алгоритмами по разработке методик проведения аналитических работ в профессиональной области.;
ПК-3	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования, выбирать методы и средства решения задач	ПК-3.1 Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий;; ПК-3.2 Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования;; ПК-3.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования.;

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Динамика и управление космическими системами» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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*
УК-7	Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач; проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающих информации и данных	<i>Виртуальная реальность и технологии компьютерного зрения**;</i> <i>Virtual Reality and Computer Vision Technology**;</i> Технологии программирования; Информационные базы данных; Регулирование сбора, хранения, обработки и использования данных; Научно-исследовательская работа;	Преддипломная практика;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<i>История и методология науки; Научно-исследовательская работа;</i>	Преддипломная практика;
ПК-1	Способен разрабатывать новые методики выполнения аналитических работ	<i>Научно-исследовательская работа; Системы искусственного интеллекта; Искусственные нейронные сети (Глубокое обучение); Машинное обучение и анализ больших данных; Статистические методы анализа данных; Виртуальная реальность и технологии компьютерного зрения**; Virtual Reality and Computer Vision Technology**; Когнитивные информационные технологии в искусственном интеллекте**; Cognitive Information Technologies in Artificial Intelligence**; Geoinformation Systems and Applications; Регулирование сбора, хранения, обработки и использования данных;</i>	Преддипломная практика;
ПК-3	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования, выбирать методы и средства решения задач	<i>Научно-исследовательская работа; Машинное обучение и анализ больших данных; Системы искусственного интеллекта; Когнитивные информационные технологии в искусственном интеллекте**; Cognitive Information Technologies in Artificial Intelligence**; Технологии программирования;</i>	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 «6» 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
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	72		72
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	36		36
Практические/семинарские занятия (СЗ)	0		0
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	117		117
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		27
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>216</b>	216
	<b>зач.ед.</b>	<b>6</b>	6

## 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: минимизация числа космических аппаратов при выполнении целевой задачи, обеспечение требуемой кратности обзора, учёт ограничений по массе и энергопотреблению. Способы построения систем глобального непрерывного обзора районов Земли с использованием низкоорбитальных и высокоэллиптических орбит. Баллистическое проектирование систем зонального непрерывного обзора поверхности Земли с выбором высот и наклонов орбит для покрытия заданной широтной зоны.	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.	Определение времени разрыва в наблюдении одной фронтальной группой всей поверхности Земли как интервала между последовательными пролётами над одной точкой. Способы построения спутниковых систем периодического обзора поверхности Земли с заданным периодом повторения. Построение баллистических структур систем обзора всей поверхности Земли с малыми разрывами в наблюдении за счёт оптимизации количества аппаратов и параметров орбит. Построение систем периодического обзора заданного района на поверхности Земли. Баллистическое проектирование вероятностных систем космических аппаратов для задач с недетерминированными требованиями к времени наблюдения.	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.	Системы космических аппаратов связи: геостационарные и низкоорбитальные группировки для глобального покрытия. Спутниковые радионавигационные системы: принципы построения орбитальных структур ГЛОНАСС и GPS с высокой стабильностью временных и координатных измерений. Особенности построения метеорологических спутниковых систем: солнечно-синхронные орбиты для постоянной освещённости и регулярного глобального наблюдения. Построение систем обзора космического пространства для обнаружения и сопровождения объектов на околоземных	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
				орбитах. Баллистическое проектирование систем с использованием баллистических связующих групп космических аппаратов для межспутниковой коммуникации.	
		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.	Космические спутники как платформы для размещения целевой аппаратуры. Орбитальное функционирование связанных космических объектов: динамика системы из нескольких аппаратов, соединённых тросом. Сближение в космосе с использованием тросовых систем для безопасного подвода и стыковки. Метод формирования оптимальных режимов управляемого движения тросовых систем при решении практических задач: развёртывание троса, гашение колебаний, перевод груза между аппаратами.	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	Уравнения движения космических аппаратов в отклонениях от движения по опорной круговой орбите для линеаризации задачи маневрирования. Одноимпульсные маневры как простейший способ изменения орбиты путём приложения одного управляющего импульса скорости. Изменение формы орбиты в результате приложения импульса скорости в зависимости от направления и точки приложения. Оценка величины маневров и выбор начального отклонения вдоль орбиты при старте космического аппарата. Необходимые условия оптимальности для минимизации характеристической скорости. Основные типы задач оптимального маневрирования космических аппаратов: перелёт, сближение, облёт, уклонение.	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	Проблема космического мусора как совокупности неработающих объектов и фрагментов на орбитах, представляющих угрозу для активных аппаратов. Маневры уклонения космического аппарата от столкновений с космическим мусором с минимизацией расхода топлива. Оценка маневров, выполненных активным космическим объектом, по критерию вероятности столкновения и требуемой точности прогноза.	ЛК, ЛР
		2.3	Оптимальное маневрирование в задаче космического обслуживания. Планирование оптимального обслуживания группировки космических аппаратов, находящихся на	Задача космического обслуживания как выполнение ремонтных работ, дозаправки или увода с орбиты неработающих аппаратов. Планирование оптимального обслуживания группировки космических аппаратов, находящихся на	ЛК, ЛР

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы		Содержание темы	Вид учебной работы*
			некомпланарных орбитах. Оценка маневров, выполняемых активным космическим аппаратам, при переводе в окрестность обслуживаемых объектов	некомпланарных орбитах, с минимизацией времени и расхода топлива. Оценка маневров, выполненных активным космическим аппаратом, при переводе в окрестность обслуживаемых объектов через последовательность промежуточных орбит.	

\* - 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 [Параметр] шт.), доской (экраном) 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

<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](http://www.studentlibrary.ru)

- 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.elsevier.com/locate/scopus/>

*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*

Разумный Юрий  
Николаевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

Заведующий кафедрой

*Должность БУП*

*Подпись*

Разумный Юрий  
Николаевич

*Фамилия И.О.*

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

Профессор

*Должность, БУП*

*Подпись*

Разумный Юрий  
Николаевич

*Фамилия И.О.*