

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 25.05.2026 14:45:22  
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):**

### **БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2026 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Динамика и управление космическими системами» входит в программу магистратуры «Баллистическое проектирование космических комплексов и систем» по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» и изучается в 3, 4 семестрах 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)
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 характер на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте.;
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели проекта, определяет связи между поставленными задачами;; УК-2.2 В рамках поставленных задач определяет имеющиеся ресурсы и ограничения, действующие правовые нормы, оптимизирует пути решения задач;; УК-2.3 Контролирует ход выполнения проекта, корректирует план-график в соответствии с результатами контроля.;
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1 Использует результаты прикладной математики для освоения, адаптации новых методов решения задач в области профессиональных интересов;; ОПК-2.2 Реализует и совершенствует новые методы решения прикладных задач в области профессиональной деятельности;; ОПК-2.3 Проводит качественный и количественный анализ полученного решения с целью построения оптимального варианта.;
ОПК-3	Способен разрабатывать	ОПК-3.1 Разрабатывает математические модели в области

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	прикладной математики и информатики;; ОПК-3.2 Анализирует математические модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности;; ОПК-3.3 Разрабатывает и анализирует новые математические модели для решения прикладных задач профессиональной деятельности в области прикладной математики и информатики.;
ПК-1	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-1.1 Обладает фундаментальными знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий;; ПК-1.2 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-1.3 Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования.;
ПК-3	Способен участвовать в проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов	ПК-3.1 Знает основные математические методы и современные инструментальные средства в области баллистического проектирования космических комплексов и систем;; ПК-3.2 Владеет базовыми знаниями по стандартам, нормам и правилами разработки проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов;; ПК-3.3 Умеет применять математические методы и современные информационные технологии при проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов.;
ПК-5	Способен анализировать, в том числе на английском языке, методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов космических аппаратов	ПК-5.1 Знает отработанные и применяющиеся методики, в том числе из англоязычных источников, для исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов космических аппаратов;; ПК-5.2 Умеет разрабатывать и модернизировать методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов космических аппаратов;; ПК-5.3 Владеет методами и подходами к исследованию баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов космических аппаратов.;

### 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*
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Practical Training in Receiving Remote Sensing Data from Satellites and its Interpretation (online from RUDN Mission Control Center) / НИР; Aerospace Systems; Project "Drone Systems Engineering. Part 1"; <i>Applied Mechanics and Engineering**</i> ; <i>Systems Engineering**</i> ;	
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Practical Training in Receiving Remote Sensing Data from Satellites and its Interpretation (online from RUDN Mission Control Center) / НИР; Databases; Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation Systems; Structures & Materials Modelling; Project "Drone Systems Engineering. Part 1"; <i>Machine Learning and Big Data Mining**</i> ; <i>From Data Acquisition to Data Treatment**</i> ;	
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	Aerospace Systems; Structures & Materials Modelling;	
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	Programming; Aerospace Systems; Structures & Materials Modelling; Project "Drone Systems Engineering. Part 1";	
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и современных технологий программирования, выбирать методы и средства решения задач	Practical Training in Receiving Remote Sensing Data from Satellites and its Interpretation (online from RUDN Mission Control Center) / НИР; Programming; Databases; Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation Systems; <i>Machine Learning and Big Data Mining**</i> ; <i>From Data Acquisition to Data Treatment**</i> ; <i>Applied Mechanics and Engineering**</i> ; <i>Systems Engineering**</i> ; <i>Virtual Reality and Computer Vision**</i> ;	

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		<i>Modelling and Validation**;</i>	
ПК-3	Способен участвовать в проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов	Practical Training in Receiving Remote Sensing Data from Satellites and its Interpretation (online from RUDN Mission Control Center) / НИР; Aerospace Systems; Structures & Materials Modelling; Project "Drone Systems Engineering. Part 1"; <i>Applied Mechanics and Engineering**;</i> <i>Systems Engineering**;</i>	
ПК-5	Способен анализировать, в том числе на английском языке, методики исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов космических аппаратов	English Language; Aerospace Systems; Structures & Materials Modelling; <i>Applied Mechanics and Engineering**;</i> <i>Systems Engineering**;</i> Practical Training in Receiving Remote Sensing Data from Satellites and its Interpretation (online from RUDN Mission Control Center) / НИР; Russian as a Foreign Language; Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation Systems;	

\* - 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 «10» 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	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	190		126	64
Лекции (ЛК)	80		54	26
Лабораторные работы (ЛР)	30		18	12
Практические/семинарские занятия (СЗ)	80		54	26
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	143		54	89
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27		0	27
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ак.ч.</b>	<b>360</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
	<b>зач.ед.</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

## 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, ЛР, 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, ЛР, СЗ
		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 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, ЛР, СЗ
		1.4	Космические тросовые системы.	Космические тросовые системы: назначение, конструкции,	ЛК, ЛР,

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Наименование темы	Содержание темы	Вид учебной работы*	
		Орбитальное функционирование связанных космических объектов. Сближение в космосе с использованием тросовых систем. Метод формирования оптимальных режимов управляемого движения тросовых систем при решении практических задач.	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.	СЗ	
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 КА в отклонениях от опорной круговой орбиты. Одноимпульсные маневры: изменение формы и ориентации орбиты. Оценка величины характеристической скорости. Выбор начального отклонения для минимизации затрат.	ЛК, ЛР, СЗ
		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: источники, масштабы, угрозы. Маневры уклонения: обнаружение опасного сближения, расчёт импульса, оптимизация направления и величины. Оценка маневров: затраты топлива, точность исполнения.	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	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, 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](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Знаниум» <https://znaniium.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

Анатольевич

*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.*