

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 04.07.2022 10:24:40  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0170d891083f939673078ef1a989dae18a

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

**Инженерная академия**

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Space Traffic Management / Управление космическим движением**

(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):**

Aerospace Systems Control Technology

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Space Traffic Management» 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 «Space Traffic Management» предусматривает 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Space Traffic Management» 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-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	УК-7.1 – Знает основные цифровые технологии, методы поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации применяемые в современных условиях цифровой экономики
		УК-7.2 – Умеет применять современные цифровые технологии для решения задач профессиональной деятельности в условиях цифровой экономики
		УК-7.3 – Владеет современными цифровыми технологиями, методами поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации (в области управления в технических системах) в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры
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 получать новые знания,	ОПК-3.1 – Знает основные подходы к решению задач управления в технических системах

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
	умения и навыки для решения 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-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	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 патентных исследований, знает методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности
ОПК-6	Способен осуществлять сбор и проводить анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления	ОПК-6.1 – Знает основные методы сбора и проведения анализа научно-технической информации ОПК-6.1 – Умеет анализировать и обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления ОПК-6.1 – Владеет методами сбора и проведения анализа научно-технической информации, а также может обобщать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной отрасли
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-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области управления аэрокосмическими системами, выбирать методы и средства решения профессиональных задач	ПК-1.1 – Знает методы и средства решения задач научных исследований в области управления аэрокосмическими системами ПК-1.2 – Умеет формулировать цель и задачи научных исследований в профессиональной области ПК-1.3 – Владеет приемами для формулировки цели и задач научных исследований, умеет выбирать методы и средства решения задач профессиональной деятельности

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в области управления аэрокосмическими системами	ПК-2.3 – Владеет современными теоретическими и экспериментальными методами для разработки математических моделей объектов в области управления аэрокосмическими системами
ПК-4	Способен участвовать в проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов	ПК-4.1 – Знает основные математические методы и современные инструментальные средства в области баллистического проектирования космических комплексов и систем
		ПК-4.2 – Владеет базовыми знаниями по стандартам, нормам и правилами разработки проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов
		ПК-4.3 – 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

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Space Traffic Management» относится к обязательной части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Space Traffic Management».

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	Applied Problems of Mathematical Modeling / Прикладные задачи математического моделирования  Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems / Численные методы решения задач	Undergraduate Training / Преддипломная практика  State Exam / Государственный экзамен  Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	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	<p>математического моделирования</p> <p>Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development / Современные методы дистанционного зондирования и разработки геоинформационных систем</p> <p>Artificial Neural Networks (Deep Learning) / Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p> <p>Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p>	
ОПК-2	Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения	Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems / Численные методы решения задач математического моделирования	Undergraduate Training / Преддипломная практика State Exam / Государственный экзамен Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа
ОПК-3	Способен самостоятельно получать новые знания, умения и навыки для решения задач управления в технических системах	Numerical Methods for Solving Mathematical Modeling Problems / Численные методы решения задач математического моделирования	Undergraduate Training / Преддипломная практика State Exam / Государственный экзамен Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа
ОПК-5	Способен проводить патентные исследования, определять формы и методы правовой охраны и защиты прав на результаты интеллектуальной	Course Work "Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development" / Курсовая работа "Современные методы дистанционного зондирования и	Undergraduate Training / Преддипломная практика State Exam / Государственный экзамен

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	деятельности, распоряжаться правами на них для решения задач в развитии науки, техники и технологии	разработки геоинформационных систем"  Course Work "Advanced Methods of Flight Mechanics" / Курсовая работа "Современные методы механики полета"  Technological training / Технологическая практика	Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа
ОПК-6	Способен осуществлять сбор и проводить анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления	History and Methodology of Science / История и методология науки  Course Work "Advanced Methods of Flight Mechanics" / Курсовая работа "Современные методы механики полета"	Undergraduate Training / Преддипломная практика  State Exam / Государственный экзамен  Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа
ОПК-9	Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development / Современные методы дистанционного зондирования и разработки геоинформационных систем  Course Work "Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development" / Курсовая работа "Современные методы дистанционного зондирования и разработки геоинформационных систем"	Undergraduate Training / Преддипломная практика  State Exam / Государственный экзамен  Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-1	Способен формулировать цели, задачи научных исследований в области управления аэрокосмическими системами, выбирать методы и средства решения профессиональных задач	<p>Course Work "Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development" / Курсовая работа "Современные методы дистанционного зондирования и разработки геоинформационных систем"</p> <p>Big Data Mining / Обработка больших данных</p> <p>Обработка больших данных</p> <p>Artificial Neural Networks (Deep Learning) / Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p> <p>Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p> <p>Technological training / Технологическая практика</p>	<p>Undergraduate Training / Преддипломная практика</p> <p>State Exam / Государственный экзамен</p> <p>Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа</p>
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов в области управления аэрокосмическими системами	<p>Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development / Современные методы дистанционного зондирования и разработки геоинформационных систем</p> <p>Big Data Mining / Обработка больших данных</p> <p>Обработка больших данных</p>	<p>Undergraduate Training / Преддипломная практика</p> <p>State Exam / Государственный экзамен</p> <p>Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа</p>

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		<p>Artificial Neural Networks (Deep Learning) / Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p> <p>Искусственные нейронные сети (глубокое обучение)</p> <p>Technological training / Технологическая практика</p>	
ПК-3	Способен проводить работы и исследования по обработке и анализу научно-технической информации, полученной с использованием геоинформационных систем и технологий	<p>Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development / Современные методы дистанционного зондирования и разработки геоинформационных систем</p> <p>Course Work "Advanced Methods of Remote Sensing and Geoinformation System Development" / Курсовая работа "Современные методы дистанционного зондирования и разработки геоинформационных систем"</p> <p>Technological training / Технологическая практика</p>	<p>Undergraduate Training / Преддипломная практика</p> <p>State Exam / Государственный экзамен</p> <p>Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа</p>
ПК-4	Способен участвовать в проведении научных исследований и разработке проектных решений в области баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов	Course Work "Advanced Methods of Flight Mechanics" / Курсовая работа "Современные методы механики полета"	<p>Undergraduate Training / Преддипломная практика</p> <p>State Exam / Государственный экзамен</p> <p>Graduate Qualification Work / Выпускная квалификационная работа</p>

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
		Technological training / Технологическая практика	

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

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Space Traffic Management» составляет 4 зачетные единицы.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)				
		1	2	3	4	
Контактная работа, ак.ч.	72	–	–	72	–	
Лекции (ЛК)	36	–	–	36	–	
Лабораторные работы (ЛР)	–	–	–	–	–	
Практические/семинарские занятия (СЗ)	36	–	–	36	–	
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	45	–	–	45	–	
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27	–	–	27	–	
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	–	–	144	–
	зач.ед.	4	–	–	4	–

\* - заполняется в случае реализации программы в заочной форме

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Методы оптимизации орбитальных структур спутниковых систем	Тема 1.1. Общие принципы проектирования спутниковых систем. Способы построения систем глобального непрерывного обзора районов Земли. Баллистическое проектирование систем зонального непрерывного обзора поверхности Земли	ЛК, СЗ
	Тема 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, СЗ
	Тема 1.3. Системы космических аппаратов связи. Спутниковые радионавигационные	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	системы. Особенности построения метеорологических спутниковых систем. Построение систем обзора космического пространства. Баллистическое проектирование систем с использованием баллистически связанных групп космических аппаратов	
	Тема 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, СЗ
Раздел 2. Численно-аналитические методы оптимизации орбитальных маневров	Тема 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, СЗ
	Тема 2.2. Оптимальное маневрирование в проблеме космического мусора. Маневры уклонения космического аппарата от столкновения с космическим мусором. Оценка маневров, выполненных активным космическим объектом	ЛК, СЗ
	Тема 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, 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 И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 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.

*Дополнительная литература:*

– Власов С.А., Кульвиц А.В., Скрипников А.Н. Теория полета космических аппаратов: учебник. – СПб: ВКА имени А.Ф. Можаского, 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.

*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 «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- 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.elsevierscience.ru/products/scopus/>

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

1. Курс лекций по дисциплине «Space Traffic Management».

2. Практические / семинарские занятия по дисциплине «Space Traffic Management»

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

## 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 «Space Traffic Management» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

### РАЗРАБОТЧИКИ:

Ст. преп. ДМПУ		Морозова Т.А.
Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.
Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.
Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.
<b>РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:</b> ДМПУ		Разумный Ю.Н.
Наименование БУП	Подпись	Фамилия И.О.
<b>РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:</b> Профессор ДМПУ		Разумный Ю.Н.
Должность, БУП	Подпись	Фамилия И.О.