

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 29.06.2022 15:20:57  
Уникальный программный ключ:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

**Инженерная академия**

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Прогнозирование засоренности космического пространства**

(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)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Прогнозирование засоренности космического пространства» является получение представления о техногенном засорении космического пространства, изучение методов прогнозирования плотности потока космических объектов в околоземном пространстве и способов учета фактора «космического мусора» при проектировании космических миссий.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Прогнозирование засоренности космического пространства» 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 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.
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	ОПК-2.1 Владеет математическими методами, основами программирования и специализированными системами программирования для реализации алгоритмов решения прикладных задач
		ОПК-2.2 Умеет осуществлять выбор и адаптацию математических методов и программного обеспечения к решению практических задач
		ОПК-2.3 Владеет навыками разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач в области профессиональной деятельности
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Знает теоретические основы и принципы математического моделирования
		ОПК-3.2 Умеет разрабатывать и использовать методы математического моделирования, информационные технологии для решения задач прикладной математики
		ОПК-3.3 Владеет практическими навыками решения задач прикладной математики, методами математического

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
		моделирования, информационными технологиями и основами их использования в профессиональной деятельности, навыками профессионального мышления и арсеналом методов и подходов, необходимыми для адекватного использования методов современной математики в теоретических и прикладных задачах
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие; информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК-4.1 Анализирует задачи прикладной математики и информатики средствами информационных технологий
		ОПК-4.2 Учитывает основные требования информационной безопасности
		ОПК-4.3 Использует современные информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области прикладной математики и информатики с учетом требований информационной безопасности
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 Знает современные методы того, как собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям
		ПК-1.2 Умеет применять современные методы и средства для обработки и интерпретации данные научных исследований
		ПК-1.3 Владеет основными навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки и участвовать в их реализации в виде программных продуктов	ПК-2.1 Знает современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей, инновационные инструментальные средства проектирования и элементы архитектурных решений информационных систем
		ПК-2.2 Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования
		ПК-2.3 Имеет практический опыт разработки вариантов реализации информационных систем с использованием инновационных инструментальных средств
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

### 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Прогнозирование засоренности космического пространства» 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 «Прогнозирование засоренности космического пространства».

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

<b>Шифр</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Предшествующие дисциплины/модули, практики*</b>	<b>Последующие дисциплины/модули, практики*</b>
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	Орбитальное обслуживание космических аппаратов Обработка больших данных	—
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	Проектирование орбитальных структур спутниковых систем Проектирование межпланетных траекторий космических аппаратов Проектирование орбитальных тросовых систем Проектирование орбитальных маневров космических аппаратов	—
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной	Проектирование орбитальных структур спутниковых систем Проектирование межпланетных траекторий	—

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	деятельности	космических аппаратов Проектирование орбитальных тросовых систем Проектирование орбитальных маневров космических аппаратов	
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие; информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Орбитальное обслуживание космических аппаратов	—
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	Проектирование орбитальных структур спутниковых систем Проектирование межпланетных траекторий космических аппаратов Проектирование орбитальных тросовых систем Проектирование орбитальных маневров космических аппаратов Проектирование траекторий спуска космических аппаратов на поверхность планеты	—
ПК-2	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов, относящихся к профессиональной деятельности по направлению подготовки и участвовать в их реализации в виде программных продуктов	Проектирование орбитальных структур спутниковых систем Проектирование орбитальных маневров космических аппаратов Тематическая интерпретация данных дистанционного зондирования Земли Проектирование траекторий спуска космических аппаратов на поверхность планеты	—
ПК-3	Способен участвовать в проведении научных исследований и разработке проектных решений в области	Проектирование орбитальных структур спутниковых систем Проектирование межпланетных траекторий	—

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	баллистики, динамики и управления полетами космических аппаратов	космических аппаратов Проектирование орбитальных тросовых систем Проектирование орбитальных маневров космических аппаратов Орбитальное обслуживание космических аппаратов	

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

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

Общая трудоемкость дисциплины «Прогнозирование засоренности космического пространства» составляет 3 зачетных единиц.

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
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	34			34	
в том числе:					
Лекции (ЛК)	17			17	
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)	17			17	
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	47			47	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27			27	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>108</b>		<b>108</b>	
	зач.ед.	<b>3</b>		<b>3</b>	

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Модели космического мусора	Тема 1.1. Основные характеристики моделей космического мусора	ЛК
	Тема 1.2. Подходы к составлению моделей космического мусора. Концентрации космического мусора. Вклад взаимных столкновений объектов	ЛК
	Тема 1.3. Сравнение существующих моделей космического мусора	ЛК
Раздел 2. Статистическое распределение объектов и их скоростей в инерциальном пространстве	Тема 2.1. Методы расчета плотности потока космических объектов. Данные о концентрации космических объектов разного размера	ЛК, СЗ
	Тема 2.2. Методика построения статистического распределения скорости космических объектов	ЛК, СЗ
	Тема 2.3. Оценка потока космического мусора относительно космического аппарата	ЛК, СЗ
Раздел 3. Прогнозирование техногенного загрязнения околоземного космического	Тема 3.1 Методические основы. Эволюционное уравнение.	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
пространства		
	Тема 3.2 Учёт разброса возможных значений баллистического коэффициента. Определение скорости снижения перигея	ЛК, СЗ
Раздел 4. Верификация моделей с применением траекторных измерений	Тема 2.1. Радиолокационные, оптические и бортовые измерения	ЛК
	Тема 2.2. Методика верификации и уточнения моделей космического мусора	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 (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 12 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:*

1. Назаренко, А.И. Моделирование космического мусора / А.И. Назаренко. – Москва: ИКИ РАН, Серия «Механика, управление и информатика», 2016. – 216 с.
2. Космический мусор: методы наблюдения и модели космического мусора / ред. Г.Г. Райкунов. – Москва: Физматлит, 2014. – 245с.

*Дополнительная литература:*

1. Vallado, D.A., and McClain, W.: Fundamentals of Astrodynamics and Applications, Fourth Edition, Microcosm Press, Hawthorne, CA, (2013), p. 648.

2. Handbook of Space Security / ed. Kai-Uwe Schrogl, Peter L. Hays, Jana Robinson [et al.]. – Springer Science+Business Media New York, 2015. – 1036 p.

*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/>

- база данных траекторной информации <https://www.celestrak.com/>

## 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 «Прогнозирование засоренности космического пространства» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

Ст.преп. ДМПУ



Морозова Т.А.

Должность, БУП

Подпись

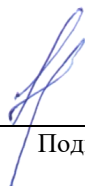
Фамилия И.О.

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**  
Департамент механики и процессов  
управления



Ю.Н. Разумный

Наименование БУП

Подпись

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**  
Директор департамента механики и  
процессов управления



Ю.Н. Разумный