

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Директор физтех-школы**  
**аэрокосмических технологий**  
**С.С. Негодяев**

|                            |  |
|----------------------------|--|
|                            | <b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>   |
| <b>по дисциплине:</b>      | Основы космической инженерии   |
| <b>по направлению:</b>     | Техническая физика   |
| <b>профиль подготовки:</b> | Техническая физика космических летательных аппаратов<br>Физтех-школа Аэрокосмических Технологий<br>кафедра прикладной механики |
| <b>курс:</b>               | 1  |
| <b>квалификация:</b>       | магистр  |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 15 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составили:

А.А. Кузнецов, преподаватель

В.С. Воропаев, преподаватель

И.Н. Завьялов, канд. физ.-мат. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной механики 10.04.2023

## Аннотация

Курс «Основы космической инженерии» предназначен для комплексного изучения космической техники, а именно типов, устройства, назначения и принципов работы систем искусственных спутников.

В курсе рассматриваются основные задачи космических аппаратов, конструкция и системы космических аппаратов (двигательные установки, системы связи, системы ориентации, система энергоснабжения), использование спутников (дистанционное зондирование, навигация, коммуникации).

Курс направлен на закрепление и практическое применение курсов «Дифференциальные уравнения» и «Теоретическая механика».

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- формирование понимания современной космической техники и исходных данных для её разработки.

#### Задачи дисциплины

- формирование всестороннего представления об устройстве и принципах работы современных космических аппаратов.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенции   |
|---|---|
| ОПК-1 Способен к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов   | ОПК-1.1 Понимает принципы работы используемого оборудования   |
|   | ОПК-1.2 Способен проводить эксперимент с использованием исследовательского оборудования   |
|   | ОПК-1.3 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием   |
|   | ОПК-1.4 Знает основные правила поведения и работы в научной лаборатории   |
| ОПК-3 Способен определить физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их качественный и количественный анализ | ОПК-3.1 Способен проводить анализ проблем и задач, возникающих при работе в области профессиональной деятельности   |
|   | ОПК-3.2 Способен применять знания в области технической физики для проведения качественного и количественного анализа задач, формулирования выводов и оценки полученных результатов |

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные факторы, влияющие на возмущение орбит;
- основные задачи космических аппаратов (КА);
- устройства и системы космических аппаратов: физические принципы действия и их инженерно-техническая реализация;
- двигательные установки КА;
- системы ориентации и навигации КА;
- системы связи КА;
- системы управления КА;
- системы электропитания КА;
- системы терморегулирования КА;
- иметь понятие о группировках КА.

уметь:

- применять полученные знания при выработке исходных данных для проектирования КА;
- применять полученные знания при построении физических и математических моделей работы систем КА.

владеть:

- обладать общей эрудицией в вопросах принципов работы систем КА.

#### **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

##### **4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий**

| №                     | Тема (раздел) дисциплины                        | Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час. |          |                 |                |
|-----------------------|---|---|----------|-----------------|----------------|
|                       |   | Лекции  | Семинары | Лаборат. работы | Самост. работа |
| 1                     | Основные факторы, влияющие на возмущения орбит. | 4   |          | 2               | 4              |
| 2                     | Основные задачи КА.                             | 2   |          | 4               | 4              |
| 3                     | Системы ориентации КА.                          | 6   |          | 3               | 3              |
| 4                     | Алгоритмы коррекции ориентации КА.              | 3   |          | 6               | 4              |
| Итого часов           |   | 15  |          | 15              | 15             |
| Подготовка к экзамену |   | 0 час.  |          |                 |                |
| Общая трудоёмкость    |   | 45 час., 1 зач.ед.  |          |                 |                |

##### **4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)**

Семестр: 2 (Весенний)

###### **1. Основные факторы, влияющие на возмущения орбит.**

Классические манёвры по смене орбиты КА.

###### **2. Основные задачи КА.**

Устройства и системы КА: физические принципы действия и их инженерно-техническая реализация.

###### **3. Системы ориентации КА.**

Двигательные установки КА. Системы ориентации КА: датчики, уравнение гироскопа, эффект Саньяка, лазерный гироскоп.

###### **4. Алгоритмы коррекции ориентации КА.**

Алгоритмы коррекции ориентации КА: ПИД-регулирование, фильтр Калмана.

#### **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Компьютерная аудитория, проектор, доска.

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

Основная литература

Литература из фонда кафедры:

1. «Spacecraft Systems Engineering” 4th edition by Peter Fortescue, Graham Swinerd and John Stark (2011).

Дополнительная литература

1. Основы техники ракетного полета [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. И. Феодосьев .— 2-е изд., испр. — М. : Наука, 1981 .— 495 с.

Литература из фонда кафедры:

1. “Rocket Propulsion Elements” 8th edition by Oscar Biblartz and George P. Sutton (2010)

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- <https://solarsystem.nasa.gov/basics/> – сайт NASA об исследованиях околоземного пространства и Солнечной системы

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Microsoft Office.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Лекции сопровождаются лабораторными работами, в процессе выполнения которых студент работает в ПО высокого уровня, а также применяет знания, полученные на лекции.

Самостоятельная работа включает в себя:

- ознакомление с актуальной научной литературой;
- чтение рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной литературе).

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляет преподаватель посредством проведения индивидуальных консультаций.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>по направлению:</b>     | Техническая физика   |
| <b>профиль подготовки:</b> | Техническая физика космических летательных аппаратов<br>Физтех-школа Аэрокосмических Технологий<br>кафедра прикладной механики |
| <b>курс:</b>               | 1  |
| <b>квалификация:</b>       | магистр  |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Зачет

**Разработчики:**

А.А. Кузнецов, преподаватель  
В.С. Воропаев, преподаватель  
И.Н. Завьялов, канд. физ.-мат. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции  | Индикаторы достижения компетенции   |
|---|---|
| ОПК-1 Способен к профессиональной эксплуатации современного научного и технологического оборудования и приборов   | ОПК-1.1 Понимает принципы работы используемого оборудования   |
|   | ОПК-1.2 Способен проводить эксперимент с использованием исследовательского оборудования   |
|   | ОПК-1.3 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием   |
|   | ОПК-1.4 Знает основные правила поведения и работы в научной лаборатории   |
| ОПК-3 Способен определить физическую, естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, провести их качественный и количественный анализ | ОПК-3.1 Способен проводить анализ проблем и задач, возникающих при работе в области профессиональной деятельности   |
|   | ОПК-3.2 Способен применять знания в области технической физики для проведения качественного и количественного анализа задач, формулирования выводов и оценки полученных результатов |

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы космической инженерии» обучающийся должен:

### знать:

- основные факторы, влияющие на возмущение орбит;
- основные задачи космических аппаратов (КА);
- устройства и системы космических аппаратов: физические принципы действия и их инженерно-техническая реализация;
- двигательные установки КА;
- системы ориентации и навигации КА;
- системы связи КА;
- системы управления КА;
- системы электропитания КА;
- системы терморегулирования КА;
- иметь понятие о группировках КА.

### уметь:

- применять полученные знания при выработке исходных данных для проектирования КА;
- применять полученные знания при построении физических и математических моделей работы систем КА.

### владеть:

- обладать общей эрудицией в вопросах принципов работы систем КА.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль осуществляется в виде индивидуальных периодических опросов по каждой пройденной теме.

## 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Вопрос № 1

Факторы, влияющие на возмущения орбит. Характерные величины эффектов.

Вопрос № 2

Основные задачи КА. Устройства и системы КА.

Вопрос № 3

Двигательные установки КА.

Вопрос № 4

Системы ориентации и навигации КА. Датчики.

Вопрос № 5

Системы ориентации и навигации КА.

Вопрос № 6

Алгоритмы корректирования ориентации.

Вопрос № 7

Преобразование Фурье. Сигналы и шумы. Системы связи КА.

Вопрос № 8

Факторы космического пространства, влияющие на работу систем КА. Системы управления КА.

Вопрос № 9

Системы электропитания КА. Системы термостабилизации КА.

Вопрос № 10

Задача Д33. Космические группировки.

#### Критерии оценивания

оценка «зачтено» выставляется студенту, если он как минимум знает материал экзаменационного билета, излагает его, демонстрирует умение применять полученные знания на практике при выполнении домашних заданий, не допускает в ответе грубых ошибок;

оценка «не зачтено» выставляется студенту, если во время ответа он показал, что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При проведении устного зачёта обучающемуся выдается билет и предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать двух астрономических часов. Во время проведения дифференцированного зачёта при подготовке ответов на билеты, обучающиеся могут пользоваться любой печатной литературой и конспектами лекций.