

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Юнаков Л. П.
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

| | |
|--|--|
| Направление/специальность подготовки | 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Проектирование и конструкция космических аппаратов |
| Уровень высшего образования | Магистратура |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космической техники |
| Выпускающая кафедра | А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | А3 КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 5 | 10 | 4 | 144 | 51 | 17 | 0 | 34 | 93 | 0 | 0 | 93 | диф. зач. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Будный Никита Леонидович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-4/23-1 — способность координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-4/23-1

знания:

Основы устройства, функционирования, принципов расчета и анализа электроракетных двигателей и двигательных установок космических аппаратов;;

умения:

Расчет и анализ электроракетных двигателей и двигательных установок космических аппаратов;;

навыки:

Применение инженерных методов расчета и анализа электроракетных двигателей и двигательных установок космических аппаратов;.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗРАБОТОК И ИССЛЕДОВАНИЙ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-3 — Способен применять на практике новые научные принципы и методы исследований на основе анализа научной и патентной литературы
- ОПК-4 — Способен принимать технические решения на основе экономических нормативов
- ПСК-4/23-4 — Способен координировать и проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в области создания новых образцов космической техники
- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
- УК-2 — Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
- УК-3 — Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |
|----------------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ПСК-4/23-1 |
| 5 | 10 | Раздел 1. Общие сведения о двигателях космических аппаратов. Двигатели космических аппаратов и двигательные установки - общие сведения, основные характеристики, классификация, назначение, применение. Общие сведения о тепловых ракетных двигателях. Общие сведения о химических двигателях и двигательных установках - газореактивных, ЖРД, РДТТ. Общие сведения об электроракетных двигателях (ЭРД) и двигательных установках. Базовые сведения о рабочих процессах в ЭРД. | 39 | 15 | 5 | 10 | 24 | 30 |
| 5 | 10 | Раздел 2. Ионные двигатели. Ионные двигатели - общие сведения и разновидности. Устройство и функционирование ионных двигателей. Разрядные камеры ионных двигателей. Ионно-оптические системы ионных двигателей. Катоды ионных двигателей. Расчет основных параметров ионных двигателей и их элементов. Двигательные установки с ионными двигателями, оценка их характеристик. | 39 | 15 | 5 | 10 | 24 | 30 |
| 5 | 10 | Раздел 3. Ионно-холловские двигатели. Ионно-холловские двигатели - стационарные плазменные двигатели (СПД), двигатели с анодным слоем (ДАС), цилиндрические холловские двигатели (ЦХД). Устройство СПД. Рабочие процессы в СПД. Разрядные камеры СПД. Магнитные системы СПД. Катоды СПД. Расчет основных параметров СПД и их элементов. Двигательные установки на базе СПД, оценка их характеристик. | 39 | 15 | 5 | 10 | 24 | 30 |
| 5 | 10 | Раздел 4. Электротермические, электромагнитные и импульсные двигатели. Электротермические двигатели - электродуговые и электронагревные. Электромагнитные двигатели с собственным магнитным полем. Электромагнитные двигатели с внешним магнитным полем. Импульсные двигатели. | 27 | 6 | 2 | 4 | 21 | 10 |
| Всего за 10 семестр | | | 144 | 51 | 17 | 34 | 93 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 51 | 17 | 34 | 93 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|----------------------------|--|--|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Общие сведения о двигателях космических аппаратов. | Расчет основных характеристик двигателей и двигательных установок космических аппаратов | 10 |
| 2 | Раздел 2. Ионные двигатели. | Устройство, функционирование, расчет основных характеристик ионных двигателей | 10 |
| 3 | Раздел 3. Ионно-холловские двигатели. | Устройство, функционирование, расчет основных характеристик ионно-холловских двигателей | 10 |
| 4 | Раздел 4. Электротермические, электромагнитные и импульсные двигатели. | Устройство, функционирование, расчет основных характеристик электротермических, электромагнитных и импульсных двигателей | 4 |
| Всего за 10 семестр | | | 34 |

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|-------|--|---|--------------|
| 1 | Раздел 1. Общие сведения о двигателях космических аппаратов. | Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта | 12 |
| 2 | | Выполнение домашнего задания | 12 |
| 3 | Раздел 2. Ионные двигатели. | Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта | 12 |
| 4 | | Выполнение домашнего задания | 12 |
| 5 | Раздел 3. Ионно-холловские двигатели. | Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта | 12 |
| 6 | | Выполнение домашнего задания | 12 |

| | | | |
|----------------------------|--|---|-----------|
| 7 | Раздел 4. Электротермические, электромагнитные и импульсные двигатели. | Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта | 10 |
| 8 | | Выполнение домашнего задания | 11 |
| Всего за 10 семестр | | | 93 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------|---|---|---|----|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 10 | | | | | ДЗ | ДР | | | ДЗ | ДР | | ДЗ | | | ДЗ | ДР | диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
2. Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов. М.: Изд-во МАИ, 2001, 19 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Полноразмерный весовой макет КА «Глонасс-К»;
2. Mathcad Education - University Edition Term;
3. Matlab 2015a SP1.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-4/23-1 способность координировать разработку космических аппаратов и систем, проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла космические аппараты, космические системы и их составные части.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройством, функционированием и основами проектирования электроракетных двигателей космических аппаратов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы | Рекомендуемая литература | Трудоемкость, час. |
|---|---|--------------------|
| Раздел 1. Общие сведения о двигателях космических аппаратов. | | |
| Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта | Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2001 (1-3, 15-22) | 12 |
| Выполнение домашнего задания | В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-5) | 12 |
| Итого по разделу 1 | | 24 |
| Раздел 2. Ионные двигатели. | | |
| Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта | В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (5) | 12 |
| Выполнение домашнего задания | Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2001 (15,18-19) | 12 |
| Итого по разделу 2 | | 24 |
| Раздел 3. Ионно-холловские двигатели. | | |
| Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта | В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (5) | 12 |
| Выполнение домашнего задания | Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2001 (15,18-19) | 12 |
| Итого по разделу 3 | | 24 |
| Раздел 4. Электротермические, электромагнитные и импульсные двигатели. | | |
| Проработка учебного материала с использованием литературы и конспекта | В. И. Ермолаев. . Двигательные установки космических летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (5) | 10 |
| Выполнение домашнего задания | Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2001 (16, 17) | 11 |
| Итого по разделу 4 | | 21 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Домашнее задание

Отчеты по домашнему заданию представляется на листах формата А4 в соответствии с требованиями ГОСТ. Студент допускается к защите задания, если в решении отсутствуют ошибки. Защита проходит в форме ответов студента на три вопроса преподавателя. Максимальное количество баллов за одно практическое задание – 100. Основаниями для снижения количества баллов являются:

- погрешности в оформлении отчета – 5-10 баллов;
- небольшие погрешности в ответе на один из трех вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из трех вопросов – 10-20 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из трех вопросов – 20-40 баллов.

Домашнее задание зачитывается при наборе студентом не менее 61 балла.

Тематика домашних заданий - Расчет основных параметров двигательных установок различных типов и их элементов, анализ применения двигательных установок. Исходные данные и содержание домашнего задания размещены в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4. К дифференцированному зачету допускаются студенты, получившие зачет за все контрольные мероприятия, предусмотренные рабочей программой. Дифференцированный зачет проходит в форме письменных ответов студентов на два вопроса билета с последующим устным обсуждением и ответом на дополнительные вопросы. Максимальное количество баллов 100.

Основаниями для снижения количества баллов являются:

- небольшие погрешности в ответе на один из двух вопросов – 5-10 баллов;
- неполный ответ на один из двух вопросов – 15-30 баллов;
- неудовлетворительный ответ на один из двух вопросов – 41 балл.

Оценки:

- «отлично» – 86-100 баллов;
- «хорошо» – 71-85 баллов;
- «удовлетворительно» – 60-70 баллов.
- «не зачтено» – менее 60 баллов.

Список вопросов к зачету размещен в УМК дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|--------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Практические занятия | | ПСК-4/23-1 | |
| 5 | 10 | Раздел 1. Общие сведения о двигателях космических аппаратов. | 39 | 15 | 5 | 10 | 24 | 30 | Домашнее задание |
| 5 | 10 | Раздел 2. Ионные двигатели. | 39 | 15 | 5 | 10 | 24 | 30 | Домашнее задание |
| 5 | 10 | Раздел 3. Ионно-холловские двигатели. | 39 | 15 | 5 | 10 | 24 | 30 | Домашнее задание |
| 5 | 10 | Раздел 4. Электротермические, электромагнитные и импульсные двигатели. | 27 | 6 | 2 | 4 | 21 | 10 | Домашнее задание |
| Всего за 10 семестр | | | 144 | 51 | 17 | 34 | 93 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 51 | 17 | 34 | 93 | 100 | |

Критерии оценивания

ПСК-4/23-1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Ограничение на максимально достижимый удельный импульс электронагревных двигателей обусловлено...
- № 2 Поясните принципы выбора проектного значения удельного импульса электроракетной двигательной установки.
- № 3 Объясните назначение газового редуктора в системе подачи рабочего тела электроракетной двигательной установки?
- № 4 Объясните сущность теплового ускорения в электроракетных двигателях
- № 5 Предельная плотность тока одноименно заряженных частиц в вакуумном промежутке, извлекаемая путем приложения разности потенциалов, определяется законом...
- № 6 Эрозия ускоряющего электрода ионно-оптической системы вызвана...
- № 7 Объясните назначение магнитной системы в камере ионного двигателя с разрядом постоянного тока
- № 8 Объясните преимущество разрядной камеры ионного двигателя с высокочастотным разрядом перед камерой с разрядом постоянного тока
- № 9 Массу рабочего тела, которая необходима для выполнения маневра, характеризующегося затратами характеристической скорости, космическим аппаратом с заданной стартовой массой, оснащенного двигательной установкой с заданным удельным импульсом, можно вычислить с помощью формулы....
- № 10 Отношение тяги двигателя к массовому расходу рабочего тела называется...

Вопросы закрытого типа:

- № 1 В ионных двигателях используется...
 - Магнитоплазмодинамическое ускорение рабочего тела
 - Электростатическое ускорение рабочего тела
 - Тепловое ускорение рабочего тела
 - Электромагнитное ускорение рабочего тела
- № 2 К классу холловских (ионно-холловских) двигателей относятся...
 - Стационарные плазменные двигатели
 - Ионные двигатели
 - Электронагревные двигатели
 - Торцевые сильноточные двигатели
- № 3 В электронагревных двигателях используется
 - Магнитоплазмодинамическое ускорение рабочего тела
 - Электростатическое ускорение рабочего тела
 - Тепловое ускорение рабочего тела
 - Электромагнитное ускорение рабочего тела
- № 4 Для удержания электронов от прямого попадания на анод и увеличения вероятности ионизации, в разрядных камерах ионных двигателей с разрядом постоянного тока используется...
 - Магнитное поле
 - Электрическое поле
 - Специальная геометрия камеры

- № 5 - Сетчатая геометрия электродов
Угловая частота вращения электрона в магнитном поле – это...
- Ленгмюровская (электронная плазменная) частота
- Электронная циклотронная частота
- Частота отсечки
- № 6 - Нижняя гибридная частота
Траектория электрона, помещенного в скрещенные электрическое и магнитное поля с начальной скоростью, представляет собой...
- Прямую
- Спираль
- Циклоиду
- № 7 - Окружность
Отношение электрической мощности электроракетного двигателя к его тяге называется...
- Цена тяги
- Удельный импульс
- КПД
- № 8 - Цена иона
Эффективность рабочего процесса газоразрядной камеры можно охарактеризовать...
- Удельным импульсом
- Ценой иона
- Разрядным током
- № 9 - Разрядным напряжением
Для достижения высокого КПД атомная (молекулярная масса) рабочего тела в электростатическом двигателе должна быть...
- Как можно более низкой
- Как можно более высокой
- № 10 - КПД не зависит от атомной (молекулярной) массы рабочего тела
Радиальная составляющая магнитной индукции в разрядной камере СПД должна...
- Нарастать к срезу разрядной камеры
- Уменьшаться к срезу разрядной камеры
- Должна быть постоянной (но ненулевой) по длине разрядной камеры
- Должна быть максимально близкой к нулю по всей длине разрядной камеры